



ANÁLISE DO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS NO BRASIL

Wallace de Castro Cunha

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientadores: Carlos David Nassi
Elton Fernandes

Rio de Janeiro
Setembro de 2009

ANÁLISE DO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS NO BRASIL

Wallace de Castro Cunha

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Aprovada por:

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing.

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

Prof. Licinio da Silva Portugal, D.Sc.

Prof. Márcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph.D.

Prof^a. Heloisa Márcia Pires, D.Sc.

Prof. Waltair Vieira Machado, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2009

Cunha, Wallace de Castro

Análise do Transporte de Produtos Perigosos no Brasil/
Wallace de Castro Cunha. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE,
2009.

XXIII, 201 p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Carlos David Nassi

Elton Fernandes

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Engenharia de Transportes, 2009.

Referências Bibliográficas: p. 158-174.

1. Transporte. 2. Produto Perigoso. 3. Petróleo. I. Nassi,
Carlos David *et al.* II. Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes.
III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ, pelas ótimas condições materiais e humanas oferecidas para realização do Curso de Doutorado.

Ao professor Carlos David Nassi, pela importante orientação e colaboração dada para a realização deste trabalho.

Ao professor Elton Fernandes, pela valiosa orientação, atenção dispensada às diversas necessidades da tese e principalmente à sua abordagem objetiva e sob medida às dificuldades.

Ao professor Márcio Peixoto, pelo apoio, por suas considerações e pelas experiências transmitidas.

Ao professor Licínio e à professora Heloisa, por ter gentilmente aceito o convite para participar da banca e por suas contribuições.

À professora Márcia Valle Real, por suas várias observações e pela excelente dissertação desenvolvida no Mestrado, que foi o meu primeiro passo no entendimento do tema transporte de produtos perigosos.

Ao professor Amaranto, pelos seus ensinamentos, tanto no âmbito da engenharia de transporte quanto no âmbito humano.

Aos professores do PET, pelo convívio e pelas experiências compartilhadas no decorrer do curso.

Ao professor Waltair Vieira Machado, da UFAM, pelo apoio institucional, técnico e administrativo proporcionado à visita técnica em Manaus.

À UFAM, pelas trocas de experiências voltadas à necessidade da região amazônica, principalmente aos professores Kennedy e Nilson, pelo apoio operacional da aluna Raquel, pelo apoio administrativo do técnico Sérvio, da secretária Cristianne e do motorista Maluf.

Ao coronel do Quadro de Engenheiros Militares (QEM), Paulo Roberto Dias Morales, secretário executivo do Centro de Excelência em Engenharia dos Transportes (CENTRAN), pela sua contribuição na minha formação profissional.

Ao engenheiro Saul Germano (CENTRAN), pelo convívio e compartilhamento técnico das várias vertentes da engenharia.

Ao engenheiro Antonio Carlos Ritto, pelo auxílio técnico e pelas intervenções profissionais que contribuíram na minha formação profissional.

Às instituições, pela atenção e por sua cordialidade na contribuição do desenvolvimento desta tese, representadas por: Sr. Flávio Dutra (Federação das Indústrias do Estado do Amazonas); Sr. Aldecir (INFRAERO); Sr. Sebastião (ABSA Cargo Airline); Srs. Nelson Falcão e Sosthenes (Porto Chibatão); Sra. Holandina, Srs. João Bosco e Joabe (Super Terminais Comércio e Indústria); Fiscal Rubens (Vigilância Agropecuária – VIGIAGRO/AM); Sr. José Alberto (SUFRAMA); Sr. Jair Smith e Sra. Ângela Siqueira (Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM); Sr. Arnildo Teixeira (Terminais Aquaviários do Norte da Petrobras).

Aos funcionários da biblioteca do PET, pelo auxílio, principalmente à bibliotecária Cássia, pelo seu empenho e ajuda na obtenção de teses em outras universidades.

Aos funcionários da Secretaria do PET, pelos auxílios tão necessários.

À Adelina, secretária do professor Elton, pelos auxílios administrativos e na ajuda à obtenção de teses em outras universidades.

A todos os órgãos de fomento à pesquisa: CAPES, CNPQ, FINEP, FAPESP e outros que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram na disponibilização de recursos físicos, humanos e no apoio de pesquisas e estudos citados nesta tese.

À minha mãe e ao meu padrasto, por todo amor e apoio, tão importantes na minha formação pessoal e profissional.

À Edinalva, pelo carinho e pela compreensão tão necessários no decorrer do desenvolvimento deste doutorado.

Aos demais que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração desta tese.

E, por último, porém o mais importante: a Deus, por ser comigo.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc)

ANÁLISE DO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS NO BRASIL

Wallace de Castro Cunha

Setembro/2009

Orientadores: Carlos David Nassi

Elton Fernandes

Programa: Engenharia de Transportes

Dentre as várias vertentes exploratórias do tema transporte de produtos perigosos, destaca-se a ameaça ao meio ambiente. Tendo em vista a diversidade de produtos perigosos existentes e a elevada dimensão do transporte de petróleo e seus derivados neste contexto, focou-se a abordagem nesses produtos.

Dessa forma, o objetivo desta tese é gerar conhecimento no âmbito do transporte de produtos perigosos, com ênfase em petróleos e derivados.

O conhecimento do risco da atividade de transporte de petróleo e derivados no Brasil contribuirá com o universo científico na orientação de esforços e recursos em pesquisas e investigações para a redução dos acidentes. Além disso, contribuirá também com o universo governamental na orientação e no desenvolvimento de sua gestão.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

TRANSPORTATION ANALYSIS OF DANGEROUS GOODS IN BRAZIL

Wallace de Castro Cunha

September/2009

Advisors: Carlos David Nassi
Elton Fernandes

Department: Transportation Engineering

Among the different ways to exploit the topic transport of dangerous good, the threat to the environment is stressed. Considering the current diversity of dangerous good and the high volumes of oil and its by-products transported within this context, the approach was focused on these products.

Thus, the purpose of this thesis is to generate knowledge about transport of dangerous good, with a focus on oil and its by-products.

Knowledge about the risk of the activity of oil and its by-products transportation in Brazil will contribute to the scientific realm to guide efforts and resources towards research and studies to reduce accidents. Moreover, it will contribute also to the governmental realm with guidance and management development.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE SIGLAS	xvii
GLOSSÁRIO.....	xxi
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo e Hipótese da Tese.....	2
1.2. Justificativa e Relevância do Trabalho.....	3
1.3. Organização do Trabalho.....	6
CAPÍTULO 2: PRODUTOS PERIGOSOS	8
2.1. Conceitos	8
2.2. Sistema de Identificação de Produtos Perigosos	11
2.2.1. Sistema Padrão para a Identificação de Risco de Incêndio de Produtos Perigosos (NFPA 704).....	12
2.2.2. Sistema de Identificação dos Produtos Perigosos UN/DOT/CANUTEC	14
2.2.3. Sistema de Identificação dos Produtos Perigosos – ONU.....	15
2.3. Substâncias Químicas	17
2.3.1. Risco Químico	19
2.3.1.1. Explosivos	19
2.3.1.2. Gases.....	20
2.3.1.3. Líquidos Inflamáveis	20
2.3.1.4. Sólidos Inflamáveis	22
2.3.1.5. Oxidantes e Peróxidos Orgânicos.....	22
2.3.1.6. Substâncias Tóxicas.....	22
2.3.1.7. Materiais Radioativos.....	23
2.3.1.8. Substâncias Corrosivas	23
2.3.1.9. Substâncias Perigosas Diversas	24
2.4. Resíduos.....	24
2.5. Indústria Química Brasileira.....	25
2.6. Acidentes no Trânsito.....	26
2.7. Reflexão sobre os Acidentes no Cenário Nacional e Internacional.....	33
2.8. Sistemas	45
2.8.1. Constatações Pertinentes aos Sistemas.....	49

2.8.1.1. Limitações	50
2.8.1.2. Necessidades.....	52
2.9. Considerações Finais	53
CAPÍTULO 3: PETRÓLEO E DERIVADOS	54
3.1. Derramamento de Petróleo	55
3.1.1. Impactos	56
3.2. Dados Mundiais.....	59
3.3. Experiência na Europa.....	67
3.4. Experiência na América do Norte	70
3.4.1. Petróleo no Mar	71
3.4.1.1. Exsudação Natural.....	74
3.4.1.2. Extração	76
3.4.1.3. Transporte.....	78
3.4.1.4. Consumo.....	79
3.4.2. Cômputo das Fontes de Petróleo no Mar	81
3.4.2.1. Extração	89
3.4.2.2. Transporte.....	94
3.4.2.3. Consumo.....	99
3.5. Experiência no Brasil.....	104
3.5.1. Estado de São Paulo	104
3.5.2. Petrobras	106
3.5.3. Amazônia.....	107
3.5.4. Derrames de Óleo	110
3.6. Considerações Finais	115
CAPÍTULO 4: LEGISLAÇÃO	116
4.1. Convenções Relacionadas à Prevenção de Poluição	117
4.1.1. Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo, de 1954 (OILPOL 1954)	117
4.1.2. Convenção Internacional Relacionada à Intervenção em Alto-mar em Incidentes de Poluição por Óleo, de 1969 (INTERVENTION 69).....	118
4.1.3. Convenção para a Prevenção da Poluição Proveniente de Navios, de 1973, Modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)	119
4.2. Convenções Relacionadas à Compensação por Danos de Poluição.....	119

4.2.1. Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969 (CLC 69), e Protocolos Relacionados	120
4.2.2. Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo Internacional para a Compensação de Danos Provenientes de Poluição por Óleo (FUND 71). 120	
4.3. Convenções Relacionadas ao Combate à Poluição	121
4.3.1. Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, de 1990 (OPRC 90)	121
4.4. Outros Instrumentos e Convenções Relacionados à Poluição Marinha	121
4.4.1. Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, de 1972 (LC 72)	121
4.4.2. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS)	122
4.4.3. Agenda 21	122
4.4.4. Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974 (SOLAS).....	123
4.4.5. Protocolo sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Casos de Poluição por Substâncias Nocivas e Perigosas (HNS 2000)	123
4.4.6. Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Provenientes de Poluição de Óleo Utilizado na Movimentação de Navios, de 2001 (BUNKER 2001)	124
4.5. Convenções Internacionais Vigentes no Brasil	124
4.6. Considerações Finais	126
CAPÍTULO 5: METODOLOGIA.....	127
5.1. Contextualização sob o Enfoque de Acidente Ambiental	129
5.2. Contextualização sob o Enfoque de Desastre.....	132
5.3. Fundamentações Técnicas Institucionais.....	134
5.4. Considerações Finais	136
CAPÍTULO 6: DISCUSSÕES	137
6.1. Investigações Realizadas no Amazonas	143
6.2. Considerações Finais	146
CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	147
7.1. Conclusões.....	147
7.2. Recomendações	153
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
APÊNDICE A: DESASTRES E ACIDENTES	175

A.1. Desastres Humanos.....	175
A.1.1. Desastres Humanos de Natureza Tecnológica.....	176
A.1.1.1. Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo.....	177
A.1.1.2. Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios.....	177
A.1.1.3. Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos	180
A.2. Acidente Ambiental	182
A.2.1. Acidentes Naturais.....	184
A.2.2. Acidentes Tecnológicos.....	185
APÊNDICE B: PRINCIPAIS ACIDENTES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO MUNDO	186
B.1. Principais Acidentes com Petróleo e Derivados no Brasil.....	186
B.2. Principais Acidentes em Plataformas de Exploração no Mundo Desde 1980..	191
B.3. Principais Vazamentos de Óleo no Mundo.....	193
APÊNDICE C: GRANDES IMPORTADORES, EXPORTADORES DE PETRÓLEO E DERRAMES	194
APÊNDICE D: REFERÊNCIAS LEGAIS	196
APÊNDICE E: COMUNICADO DE ACIDENTE AMBIENTAL	199

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Cenário Internacional × Cenário Nacional: Instalações Fixas e Transporte	36
Figura 2.2: Cenário Internacional × Cenário Nacional: Transporte	37
Figura 2.3: Ocorrência dos Acidentes por Atividades.....	42
Figura 3.1: Número de Derramamentos Superiores a Sete Toneladas Ocasionalmente por Petroleiros.....	60
Figura 3.2: Número de Derramamento por Países por Década para Países com Mais de 25 Derramamentos.....	62
Figura 3.3: Causa dos Derramamentos de Óleo Ocorridos (1970-2004) da Categoria 7-700 Toneladas (1974-2004).....	62
Figura 3.4: Causa dos Derramamentos de Óleo Ocorridos (1970-2004) da Categoria > 700 toneladas (1974-2004)	63
Figura 3.5: Quantidades Anuais Derramadas em Incidentes com Petroleiros Envolvendo Mais de 7 Toneladas	64
Figura 3.6: Países Abordados na Agência Europeia do Ambiente.....	67
Figura 3.7: Derrames Acidentais de Petróleo em Mares Europeus.....	68
Figura 3.8: Representação de uma Exsudação de Óleo na Superfície do Oceano	75
Figura 3.9: Exsudações na Superfície do Oceano (a) Formas Circulares (b) Formas Alongadas	75
Figura 3.10: Contribuição Relativa de Lançamentos Anuais Médios (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (em Quilo-toneladas) de Infiltrações Naturais e Atividades Associadas à Extração, Transporte e Consumo de Petróleo Cru ou Produtos Refinados no Ambiente Marinho.....	83
Figura 3.11: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas à Extração de Petróleo.....	93
Figura 3.12: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas ao Transporte de Petróleo.....	98
Figura 3.13: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas ao Consumo de Petróleo.....	103
Figura 3.14: Classificação das Ocorrências Quanto às Causas	105

Figura 3.15: Floresta Inundada.....	108
Figura 3.16: Várzea	109
Figura 4.1: Situação de Convenções Internacionais por País.....	125
Figura 5.1: Encadeamento dos Norteadores, Etapas e Capítulos	129
Figura 5.2: Contextualização do Tema sob o Enfoque de Acidente Ambiental.....	131
Figura 5.3: Contextualização do Tema sob o Enfoque de Desastres Humanos ou Antropogênicos.....	134
Figura A.1: Acidente Natural – Furacão	184
Figura A.2: Acidente Natural – Erupção Vulcânica.....	185
Figura A.3: Acidente Tecnológico – Acidente Industrial.....	185
Figura A.4: Acidente Tecnológico – Acidente no Transporte Marítimo	185
Figura C.1: Fluxo de Petróleo em 2000 e Derramamentos Mais Expressivos.....	194
Figura C.1: Fluxo de Petróleo em 2000 e Derramamentos Mais Expressivos (continuação)	195
Figura E.1: Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Preliminares	200
Figura E.2: Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Complementares	201

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Perigos à Saúde (Cor Azul)	13
Tabela 2.2: Perigos de Inflamabilidade (Incêndio)	13
Tabela 2.3: Perigos de Reatividade (Cor Amarela).....	14
Tabela 2.4: Sistema de Identificação de Produtos Perigosos	16
Tabela 2.5: Relação de Classes e Subclasses dos Produtos Perigosos	17
Tabela 2.6: Acidentes de Trânsito por Fatores Contribuintes – Ano: 2004	29
Tabela 2.7: Estimativa dos Acidentes e Vítimas nas Estradas Brasileiras Pavimentadas	30
Tabela 2.8: Tipo de Carga dos Veículos Envolvidos em Acidentes nas Rodovias Federais – 2004.....	33
Tabela 2.9: Ocorrência de Acidentes Químicos na Atividade Transporte	38
Tabela 2.10: Ocorrência das Sete Principais Atividades de Acidentes Químicos.....	39
Tabela 2.11: Transporte Rodoviário: Ocorrência das Principais Classes de Risco.....	40
Tabela 2.12: Ocorrência dos Acidentes por Atividades	42
Tabela 3.1: Número de Derramamento de Óleo de Petroleiro por Países por Década... 61	
Tabela 3.2: Hierarquização das Causas dos Derramamentos de Óleo, Ocasionalmente por Petroleiros.....	63
Tabela 3.3: Grandes Derramamentos de Óleo Provenientes de Acidentes com Navios Desde 1967	66
Tabela 3.4: Causas de Vazamento Registradas pela CONCAWE	70
Tabela 3.5: Lançamentos Anuais Médios (1990-1999) de Petróleo por Fonte (em Milhares de Toneladas)	82
Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003)	84
Tabela 3.7: Série Histórica de Vazamentos da Petrobras em m ³	106
Tabela 3.8: Índice de Sensibilidade Fluvial da Região Amazônica a Derramamentos de Óleo	108
Tabela 3.9: Seleção de Derramamentos de Óleo Ocorridos no Brasil	114
Tabela 4.1: Convenções Internacionais Relacionadas à Poluição por Óleo, em Vigor no Brasil.....	124
Tabela 4.2: Convenções Internacionais e Instrumentos de Aprovação no Brasil	125
Tabela B.1: Principais Vazamentos de Óleo no Mundo.....	193

Tabela D.1: Legislação, Normas e Padrões Referentes à Poluição por Óleo.....	196
Tabela D.2: Normalizações da Agência Nacional de Petróleo – ANP.....	197
Tabela D.3: NORMAM – Normas da Autoridade Marítima.....	198

LISTA DE SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALL	América Latina Logística
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Artesp	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo
atm	Atmosfera (unidade de pressão)
ATSDR	Agência de Substâncias Tóxicas e Registros de Doenças
bar	Unidade de pressão, múltiplo de Bária (dyn/cm^2)
BAT	Boletim de Acidente de Trânsito
BOAT	Boletim de Ocorrência de Acidentes de Trânsito
CANUTEC	Canadian Transport Emergency Center
CEDRE	Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux
CENTRAN	Centro de Excelência em Engenharia de Transportes
CEPIS	Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CFR	Code of Federal Regulations
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONASQ	Comissão Nacional de Segurança Química
Concawe	Conservation of Clean Air and Water in Europe
CRA	Centro de Recursos Ambientais
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
Deinfra	Departamento Estadual de Infra-estrutura
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DERT	Departamento de Estradas de Rodagem e Transporte

Detran	Departamento Estadual de Trânsito
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
DOT	U.S. Department of Transportation
DPC	Diretoria de Portos e Costas
EC	Environment Canada
EPA	Environmental Protection Agency
FEAM/MG	Fundação Estadual de Meio Ambiente/Minas Gerais
FEEMA/RJ	Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente/Rio de Janeiro
FIOCRUZ	Fundação Instituto Oswaldo Cruz
FISQ	Fórum Intergovernamental de Segurança Química
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNV	Gás Natural Veicular
GT	Gross Tonage (Arqueação Bruta)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IMO	International Maritime Organization
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEM	Instituto de Pesos e Medidas
ITOPF	International Tanker Owners Pollution Federation
LIE	Limite Inferior de Explosividade
LSE	Limite Superior de Explosividade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MJ	Ministério da Justiça
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMS	Minerals Management Service
MT	Ministério dos Transportes
Na	Not applicable (não se aplica)
NBR	Norma Brasileira
Nd	Not determined (não determinado)
NFPA	National Fire Protection Association
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration

NRC	National Research Council
NSF	National Science Foundation
OILPOL	Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONIP	Organização Nacional da Indústria de Petróleo
ONU	Organização das Nações Unidas
OSIR	Oil Spill Intelligence Report
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (Hidrocarboneto Policíclico Aromático)
pH	Potencial Hidrogeniônico
PM	Polícia Militar
POLMAR	Plan d'Intervention en Cas de Pollution Accidentelle des Milieux Marins
ppm	Partes por milhão
PRF	Polícia Rodoviária Federal
Psia	Pounds per Square Inch Absolute (libras por polegada quadrada absoluta – inclui a pressão atmosférica)
REDUC	Refinaria Duque de Caxias
REMAN	Refinaria de Manaus
REPIDISCA	Rede Pan-Americana de Informação sobre Saúde e Ambiente
SASSMAQ	Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade
SDI	Sistema Dinâmico de Informações
Seinf	Secretaria de Infra-estrutura
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIA	Sistema Integrado de Informações sobre Agrotóxicos
SINET	Sistema Nacional de Estatística de Trânsito
SINITOX	Sistema Nacional de Informações Tóxico-farmacológicas
SINSOLO	Sistema de Informação sobre Áreas com Solos Contaminados
SIREQ	Sistema sobre Informações de Risco de Exposição Química
SIRETOX	Sistema de Informações sobre Riscos de Exposição Química
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente

SOPEP	Shipboard Oil Pollution Emergency Plan
UN	United Nations
URI	University of Rhode Island
USCGRDC	United States Coast Guard Research and Development Center
USGS	U.S. Geological Survey
VOC	Volatile Organic Compound (Composto Orgânico Volátil)

GLOSSÁRIO

Água de processo ou de produção ou água produzida: é a água normalmente produzida junto com o petróleo, doravante denominada “água produzida” (CONAMA, 2007).

Alcano: qualquer composto binário de carbono e hidrogênio saturado; hidrocarboneto saturado.

Alquilado: que contém alquila (grupo que se obtém retirando um hidrogênio de um alcano).

Anaeróbio: que pode viver fora do ar: Bactéria anaeróbia. Que se processa sem intervenção do oxigênio atmosférico (diz-se da respiração): Respiração anaeróbia. Microrganismo que vive fora do ar.

Bêntico: relativo a, ou que ocorre sob massa de água. De, relativo a, ou que ocorre na profundidade de oceano ou lago.

Blow-out: condição de um poço descontrolado em virtude de os fluidos da formação estourarem na superfície. A causa de um estouro sem controle pode ser sabotagem, falha do equipamento do cabeçote do poço ou do equipamento dentro do poço, descuido da equipe de controle ou por um ato de providência. São raros (PROJETO CAMPO-ESCOLA, 2008).

Cetáceos: ordem de animais mamíferos adaptados à vida aquática, que têm os membros anteriores transformados em nadadeiras, nadadeira caudal horizontal, grande quantidade de gordura, encontrada até nos ossos, e bolsas arteriais que facilitam a oxigenação do organismo.

Estuarino: relativo ou pertencente a um estuário ou nele formado. Que se encontra em um estuário.

Estuário: braço de mar formado pela desembocadura de um rio, ou certas sinuosidades do litoral, só cobertas de água durante a maré cheia.

Fenantreno: substância cristalina, hidrocarboneto aromático tricíclico, isômero do antraceno, encontrado no alcatrão.

GT: *Gross Tonage* (Arqueação Bruta): refere-se à soma de todos os espaços fechados (volume) de um navio. Uma tonelada de arqueação bruta é igual ao volume de 100 pés cúbicos: 2,83 m³).

Histopatologia: estudo, em nível microscópico, de lesões orgânicas.

Lastro: qualquer substância relativamente pesada, como pedras, metal, água, etc., levada no porão de um navio ou em tanques, para manter o seu calado ou melhorar o seu equilíbrio.

MARPOL 73/78: é uma Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, alterada posteriormente pelo Protocolo de 1978 e por uma série de emendas a partir de 1984, visando a introduzir regras específicas para estender a prevenção da poluição do mar aos produtos perigosos ou equivalentes às dos hidrocarbonetos. As regras da MARPOL passam por um processo dinâmico de aperfeiçoamento, em função das inovações tecnológicas, científicas e políticas.

Pinípedes: subordem de animais metazoários, cordados, vertebrados, mamíferos, carnívoros, marinhos, de membros curtos e achatados, com os dedos ligados por membrana. Compreende famílias que não são próximas, no sentido evolutivo, sendo a classificação baseada nas similaridades resultantes de um mecanismo de convergência: dedos totalmente palmares, com membros remiformes. Ex.: leões-marinhos, morsas e focas.

Potencial Hidrogeniônico (pH): é o símbolo para a grandeza físico-química. Essa grandeza indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução líquida.

Solubilidade: propriedade de substância que forma solução com outra.

VOC: *Volatile Organic Compound* (Composto Orgânico Volátil): os VOCs constituem uma ampla faixa de substâncias tóxicas, que incluem hidrocarbonetos, olefinas,

aromáticos e moléculas contendo oxigênio, nitrogênio, enxofre e halogênio, e cuja pressão de vapor, na temperatura ambiente, é maior que 0,01 psia (0,0007 atm) e ponto de ebulição de até 260°C. A maior parte dos compostos orgânicos com menos de 12 átomos de carbono é considerada VOCs (HUNTER e OYAMA, 2000, apud BELEM e VARGAS, 2008).

Volátil: que pode ser reduzido a gás ou vapor.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

A expansão industrial provocou o aumento da demanda por produtos derivados de petróleo. No entanto, a própria lógica de desenvolvimento industrial e das inovações tecnológicas no ramo químico vem ocasionando um crescimento dos riscos em uma velocidade maior do que a capacidade científica e institucional de analisá-los e gerenciá-los (FREITAS, PORTE e GOMEZ, 1995). Portanto, pode-se dizer que os acidentes envolvendo substâncias químicas têm sua origem estreitamente relacionada à evolução histórica de produção e, conseqüentemente, ao aumento do consumo de tais substâncias (FREITAS *et al.*, 2001).

Ao mesmo tempo em que as atividades nas indústrias de processo petroquímico têm conquistado um papel cada vez mais importante na economia mundial, percebe-se o aumento de incidentes com substâncias químicas, fazendo com que haja uma preocupação da sociedade em diminuir esses índices ou, pelo menos, diminuir as suas conseqüências (SOUZA e FREITAS, 2002).

Nesse sentido, sabe-se que os derramamentos de óleo e substâncias perigosas podem causar grandes impactos ambientais nos ecossistemas atingidos e grandes perdas econômicas para os habitantes locais e para populações que utilizam recursos naturais desses ambientes (SOUZA FILHO, 2006).

Dependendo da amplitude e gravidade do derramamento, é exigida atuação local, regional, nacional ou internacional, sendo fundamental que haja planejamento e preparo anterior às ocorrências para obtenção de sucesso no combate e minimização de danos (SOUZA FILHO, 2006).

Na literatura técnica, tem-se constatado que os incidentes envolvendo substâncias perigosas nas atividades de transporte, armazenagem e produção industriais têm se apresentado um problema com maior gravidade nos países de economia periférica, devido às condições precárias de transporte, armazenagem e produção industrial desses produtos (FREITAS, PORTE e GOMEZ, 1995).

Navios transportando maiores quantidades de óleo e realizando viagens mais frequentes são dois fatores determinantes da elevação do risco de acidentes de contaminação ambiental. Sem a adoção de medidas preventivas que se contrapusessem em grau compatível ao incremento de risco, a ocorrência de incidentes, envolvendo grandes derramamentos, passou a ser uma questão de tempo (SOUZA FILHO, 2006).

Assim, o abrupto incremento de risco se deve à maior probabilidade de ocorrência de eventos indesejáveis – aumentada pela redução da manobrabilidade e pela maior frequência de viagens – e à ampliação de magnitude das possíveis consequências – aumentada pelo maior volume de óleo transportado (SOUZA FILHO, 2006).

A tomada de decisão em relação às formas de minimizar os riscos para o meio ambiente exige a compreensão de como as emissões de petróleo associadas à extração dos seus diferentes componentes, transporte e consumo variam em tamanho, frequência e impacto ambiental (NAS, 2003).

O conhecimento do impacto e do risco da atividade transporte de produtos perigosos no Brasil contribuirá com o universo científico na orientação de esforços e recursos em pesquisas e investigações para a redução dessas ocorrências. Além disso, contribuirá também com o universo governamental na orientação e no desenvolvimento de sua gestão, principalmente nas regiões onde há a predominância de atividades químicas.

1.1. Objetivo e Hipótese da Tese

A presente proposta de tese de doutorado tem como objetivo gerar conhecimento no âmbito do transporte de produtos perigosos, com ênfase em petróleos e derivados.

Como objetivo específico desta pesquisa, pretende-se estabelecer um procedimento capaz de orientar os operadores, reguladores e tomadores de decisão no intuito de sistematizar a coleta, o tratamento e a análise dos dados de acidentes envolvendo produtos perigosos, especialmente petróleos e derivados.

Dessa forma, foi necessário delinear a pesquisa a partir das experiências técnicas, acadêmicas e institucionais, tanto na literatura técnica nacional quanto na internacional, para subsidiar as reflexões e as análises.

No tocante à hipótese, verificou-se se as práticas utilizadas pela CETESB serviriam de referência para serem utilizadas por todas as unidades federativas do Brasil. A motivação da referida hipótese deve-se: ao histórico de registro nesse tema realizado pela CETESB e à necessidade de se ter uma padronização da estatística nacional de transporte de produtos perigosos. A relevância de disseminar a cultura de registro dos acidentes de produtos perigosos pelos órgãos ambientais estaduais impacta em proporcionar um diagnóstico desse tema no Brasil. Conhecer o comportamento desses acidentes é uma necessidade nacional, haja vista os impactos de tais acidentes no âmbito da engenharia de transportes e da saúde.

1.2. Justificativa e Relevância do Trabalho

Dados da Organização das Nações Unidas – ONU mostram que cerca de 1,1 bilhão de pessoas em todo o mundo não tem acesso à água potável. Um total de 26 países sofre escassez crônica de água, e a previsão é de que em 2025 serão 3,5 bilhões de pessoas em 52 países nessa situação (AGÊNCIA BRASIL, 2007).

Diante disso, nota-se a importância que a água, como recurso natural, tem se apresentado no contexto mundial. E a sua contaminação ou manejo inadequado pode gerar distúrbios ecológicos, econômicos e ambientais imprevisíveis, além de efeitos desastrosos para a saúde humana (PAIVA, 2002 e ARAGÓN, 2001).

E dentre as ameaças existentes, destacam-se os acidentes com produtos perigosos e principalmente as atividades geradas pela indústria petrolífera. O petróleo acarreta uma série de riscos ambientais quando lançado no meio ambiente. Além dos impactos físicos dos derramamentos, a toxicidade individual de muitos componentes do petróleo é significativa e até em pequenas quantidades pode matar ou prejudicar organismos – do nível celular ao populacional (NAS, 2003).

Sabe-se que uma tonelada de petróleo pode se espalhar sobre a superfície de 112 km² de oceano e os hidrocarbonetos podem persistir no meio por até uma década,

dependendo do volume derramado, das características físico-químicas do óleo, do hidrodinamismo e da sensibilidade dos ecossistemas atingidos, entre outros fatores. A gravidade e a extensão dos danos ambientais resultantes dessas ocorrências também dependem da toxicidade do produto, do grau de vulnerabilidade dos ecossistemas atingidos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990) e da importância socioeconômica das áreas afetadas, além dos procedimentos adotados para limpeza dos ambientes, entre outros fatores (POFFO et al., 2001).

Apesar de o Brasil não possuir uma estatística nacional que proporcione um real diagnóstico do problema, sabe-se que, de cada 100 acidentes ambientais registrados no Brasil, 37 acontecem no transporte de produtos perigosos. Porém, não é todo acidente com produto perigoso que gera contaminação dos cursos d'água. Segundo a CETESB, ainda não se tem o número exato, mas estima-se que de 30% a 40% das ocorrências devem gerar contaminação nos recursos hídricos, que geralmente têm uso nobre (CARGA PESADA, 2007a e CARGA PESADA, 2007b).

Dessa forma, a investigação da atividade de transporte de produto perigoso com ênfase em petróleo e derivados torna-se necessária a fim de proporcionar conhecimento para saber lidar melhor com os seus riscos.

Em consonância com a busca de conhecimento para poder combater os riscos inerentes a essa atividade, a Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 225, estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Ainda no artigo 225, no § 3º, menciona que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano”. De acordo com a Constituição, há duas modalidades de imposições: sanções penais e administrativas, e a obrigação de reparar o dano (SCHRUT et al., 2005).

Além das evidências apontadas pela Constituição, a seriedade e a gravidade do tema desta tese tornam-se mais claras se forem refletidas na redação da Lei dos Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), a qual se reporta ao transporte de produtos perigosos da seguinte forma:

Art. 56. produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos.

Já no que tange ao impacto pecuniário de um inadequado transporte de produto perigoso, a citada lei, em seu art. 75, apresenta a seguinte redação:

O valor da multa de que trata este Capítulo será fixado no regulamento desta Lei e corrigido periodicamente, com base nos índices estabelecidos na legislação pertinente, sendo o mínimo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) e o máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

Torna-se necessário esclarecer que: o mérito da citação dos parágrafos anteriores não consiste em uma argumentação para que se proceda corretamente a fim de se evitar a multa, mas, sim, evidenciar a importância que os legisladores têm dado ao transporte de produtos perigosos.

Quanto ao valor exposto, dependendo das consequências de um acidente com produto perigoso, esse valor poderá ser insignificante. Pensando nisso, tem-se a seguinte redação no art. 18: “a multa será calculada segundo os critérios do Código Penal; se revelar-se ineficaz, ainda que aplicada no valor máximo, poderá ser aumentada até três vezes, tendo em vista o valor da vantagem econômica auferida”.

Diante desses fatos, a essência desta tese foi concebida sob a reflexão de uma atividade que apresenta sérios riscos ambientais e precisa ser investigada.

Os aspectos de ineditismo e originalidade deste trabalho são justificados principalmente pelo fato de explorar a atividade de transporte de produto perigoso como

um fenômeno, sob a seguinte concepção: “fato, aspecto ou ocorrência passível de observação” e “fato de interesse científico, suscetível de descrição ou explicação” (FERREIRA, 1999). Dessa forma, a pesquisa explorou dificuldades, necessidades e limitações desse tema no Brasil e constatou que o desconhecimento técnico do tema tem sido a causa e a consequência do descaso das entidades brasileiras governamentais nesse âmbito. Tal fato tem proporcionado ao Brasil: ausência de estatística nacional de acidentes com produtos perigosos, desconhecimento da matriz de transporte de tais produtos, inexistência da publicidade do quantitativo desse tipo de produto por classes, desconhecimento quantitativo do fluxo de importação e exportação de produtos perigosos.

Outro aspecto no tocante à originalidade do trabalho foi a busca de um modelo de prática nacional a fim de proporcionar ao País um padrão a fim de que as demais unidades federativas possam adotá-lo, com o intuito de medir o referido fenômeno. Ainda segundo tal modelo da CETESB, foi possível explorar o comportamento desse fenômeno no âmbito nacional em confronto com o internacional segundo metodologia de KHAN e ABASSI (1999).

1.3. Organização do Trabalho

Este trabalho foi estruturado em sete capítulos e cinco anexos, conforme divisão a seguir apresentada:

- **Capítulo 1 – Introdução:** apresentam-se as considerações iniciais sobre o tema proposto, bem como o objetivo do trabalho, sua justificativa, relevância e estrutura;
- **Capítulo 2 – Produtos Perigosos:** apresenta o referencial teórico acerca dos produtos perigosos pertinentes à tese, os sistemas de informações de produtos perigosos identificados no Brasil e a abordagem quantitativa dos acidentes no cenário nacional e internacional;
- **Capítulo 3 – Petróleo e Derivados:** aborda experiências nacionais e internacionais dos derrames de petróleo e derivados;
- **Capítulo 4 – Legislação:** dedica-se às convenções internacionais que tratam da poluição marítima por óleo;

- **Capítulo 5 – Metodologia:** descreve a metodologia utilizada e a contextualização do tema sob o enfoque de acidente ambiental e de desastre;
- **Capítulo 6 – Discussões:** retrata as reflexões e as sensibilidades do tema da tese aplicáveis ao cenário brasileiro;
- **Capítulo 7 – Conclusões e Recomendações:** são apresentadas as principais conclusões do trabalho, bem como sugestões para futuras pesquisas;
- **Referências Bibliográficas:** apresenta as 141 referências citadas nesta tese;
- **Apêndice A – Desastres e Acidentes;**
- **Apêndice B – Principais Acidentes da Indústria Petrolífera no Mundo;**
- **Apêndice C – Grandes Importadores, Exportadores de Petróleo e Derrames;**
- **Apêndice D – Referências Legais;**
- **Apêndice E – Comunicado de Acidente Ambiental.**

CAPÍTULO 2: PRODUTOS PERIGOSOS

A expressão “produto perigoso”, originária do inglês “*hazardous materials*”, cuja tradução significa “materiais perigosos”, tem um significado bastante amplo. Embora o conceito “produto perigoso” seja bastante genérico, essa expressão reporta-se, de forma geral, às substâncias com propriedades físico-químicas que podem causar danos à saúde e ao meio ambiente. A Organização das Nações Unidas – ONU identificou algumas propriedades físico-químicas que possibilitam classificar um determinado produto como perigoso: temperatura, pressão, toxicidade, corrosividade, radioatividade, inflamabilidade, potencial de oxidação, explosividade, reação espontânea, polimerização, decomposição, infectantes, entre outras. Na atividade de transporte são considerados produtos perigosos aqueles listados pela ONU e, no caso do Brasil, pelo Ministério dos Transportes (MT). Essa listagem possui mais de 3.000 produtos que são atualizados periodicamente (ARAÚJO, 2001).

2.1. Conceitos

Tendo em vista a periculosidade, a gravidade e os riscos que envolvem este assunto, buscou-se explorar de forma bem criteriosa os conceitos adotados nesta tese. Tal iniciativa foi motivada a fim de evitar o emprego dos termos de forma inexata em relação à sua definição científica.

Na literatura, constata-se a existência de alguns termos, como produto perigoso e carga perigosa, os quais provocam o seguinte questionamento: são sinônimos? O mesmo ocorre com os termos risco e perigo: também são sinônimos? Quando e como distinguir um acidente químico de um incidente químico? Diante disso, vale registrar que a abordagem conceitual dessas questões não é o propósito desta tese, porém elas formam as premissas que necessitam ser bem definidas e expostas com muita propriedade a fim de contribuir para o êxito da proposição deste trabalho.

O primeiro esclarecimento reporta-se ao emprego das expressões: “produto perigoso” e “carga perigosa” como sinônima. Para elucidar esse erro conceitual, tem-se a seguinte explicação: rotor de uma turbina que, muitas vezes, pesa mais de cem

toneladas, é uma carga perigosa quando transportado, mas não é um produto perigoso quando está no pátio da empresa fabricante, aguardando o carregamento.

Já uma bombona de ácido clorídrico é sempre produto perigoso, sendo ou não transportada.

Logo, a diferença entre produto perigoso e carga perigosa está no seu potencial de risco: enquanto o rotor não oferece risco potencial quando está no pátio da empresa, a bombona de ácido clorídrico, ao contrário, apresenta risco tanto no âmbito da empresa quanto no momento do transporte. Por isso, pode-se afirmar que um produto perigoso é sempre uma carga perigosa, mas nem sempre uma carga perigosa é um produto perigoso (SENAI, 2006).

Nesta tese foi adotado o conceito de carga perigosa conforme SENAI (2006), e não a definição adotada pelo DNIT (2005). Tal postura é corroborada pela ANTT (2009). A utilização da definição do SENAI (2006) deve-se ao fato de reportar-se ao curso de condutores de veículos de transporte de produtos perigosos. O referido curso está fundamentado no Decreto-Lei nº. 2.063, de 06/10/1983, Decreto Federal nº. 96.044, de 18/05/1988, nos preceitos dos artigos 145 e demais disposições aplicáveis do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, bem como na Resolução CONTRAN nº. 168, de 14/12/2004 (alterada pela Resolução CONTRAN nº. 169/2005).

Segundo a definição do DNIT (2005), carga perigosa é a reunião de diversos produtos perigosos compatíveis, embalados ou a granel (art. 7º do Decreto nº 96.044/1988, compatibilidade entre produtos), segregados por conteúdos externos (contêineres) ou compartimentados (compartimentos de carga). Esse termo é geralmente usado em transporte marítimo pelas normas internacionais (IMO), adotadas pelo Brasil, em que é comum uma mesma embarcação (navio-tanque) levar sempre mais de um produto perigoso (gasolina, óleo *diesel*, etc.), como no caso do navio de carga (portando contêineres com diversos produtos).

Segundo a ANTT (2009), no tópico Perguntas Frequentes, a primeira pergunta apresenta a seguinte formulação: Do ponto de vista do risco apresentado durante o transporte, o que se considera produto perigoso e carga perigosa? Resposta: “Os

produtos perigosos são substâncias ou artigos encontrados na natureza ou produzidos por qualquer processo que, por suas características físico-químicas, representem risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente, conforme relacionado na Resolução ANTT nº 420/2004. E considera-se carga perigosa, de forma geral, qualquer tipo de carga sendo transportada de forma inadequada, mal acondicionada, estivada, etc.”

Segundo REAL (2000), para fins de transporte, são considerados perigosos aqueles produtos que, em função de suas características químicas ou físicas, quando expostos ao meio ambiente, podem causar danos imediatos à vida humana, aos bens materiais e/ou aos ecossistemas. Eles são basicamente produtos químicos, puros ou suas misturas, incluindo-se os radioativos, os explosivos, os agentes etiológicos e os resíduos perigosos, que exigem cuidados especiais no manuseio e no transporte.

Outros dois conceitos que necessitam ser definidos são: “risco” e “perigo”. FERNÍCOLA (2005) apresenta a seguinte definição de risco: é a probabilidade de que apareça um efeito nocivo devido à exposição a uma substância química. Já a NBR 75001:2005 define risco como: a possibilidade de ocorrência de perigo, e perigo como: a propriedade inerente do sistema, da planta, do processo ou da substância que tem potencial para causar danos à vida, à propriedade ou ao meio ambiente.

Torna-se também necessária a distinção entre os termos acidentes, incidentes e ameaças. Acidentes são aqueles que causam danos materiais, lesões ao seres humanos, incluindo a morte, ou também a contaminação ambiental em diversos graus. Nos incidentes as consequências adversas não são graves. Já as ameaças reportam-se aos casos nos quais um acidente não chega a ocorrer, mas em que faltou pouco. Os incidentes e as ameaças são muito importantes, já que na prática podem ser advertências oportunas da existência das condições para um acidente acontecer. Portanto, a sua pesquisa e análise são relevantes, visto que permitem adotar as medidas adequadas para evitar ou reduzir os acidentes ou a gravidade (ALBERT, 2005b).

No que tange às “emergências tecnológicas” ou aos “acidentes tecnológicos”, CESAR (2005) define como aqueles derivados ou em função dos segmentos

tecnológicos, tais como: incêndios em tanques, vazamentos de produtos químicos, explosões de caldeiras, intoxicação de pessoas ou acidentes nucleares.

Outro termo muito encontrado na literatura técnica é toxicidade. Diante disso, torna-se necessário esclarecer que a toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos produzidos pelas substâncias químicas sobre os organismos vivos. O conhecimento da toxicidade é essencial para a aplicação de um tratamento efetivo e rápido dos efeitos tóxicos, bem como para o tratamento de intoxicações acidentais (FERNÍCOLA, 2005).

Em 1999, o Programa Nacional de Toxicologia do Serviço de Saúde Pública dos EUA constatou a existência, nesse país, de 80.000 substâncias químicas às quais os habitantes podem estar expostos através de produtos industriais e de consumo, como também quando estão presentes nos alimentos, na água encanada e no ar. Supõe-se que poucas delas representem um risco significativo para a saúde humana, nas concentrações de exposições existentes, e que os efeitos na saúde produzidos pela sua maioria são geralmente desconhecidos (FERNÍCOLA, 2005).

Em 1998, um inventário de substâncias químicas comerciais na Europa constatou 100.000 comercializadas para vários propósitos. Segundo a Associação das Indústrias Químicas da República Federal da Alemanha, somente cerca de 4.600 substâncias são produzidas em quantidades superiores a 10.000 toneladas anuais. O restante é utilizado nos laboratórios ou em produtos manufaturados (FERNÍCOLA, 2005).

Diante da grande quantidade de substâncias químicas, surge o seguinte questionamento: “Todas as substâncias químicas são tóxicas? Provavelmente a melhor resposta seria: Não há substâncias químicas seguras, mas sim maneiras seguras de utilizá-las” (TIMBREL, 1989 *apud* FERNÍCOLA, 2005).

2.2. Sistema de Identificação de Produtos Perigosos

Devido à necessidade de informação relacionada ao produto perigoso, há vários sistemas de identificação desses produtos. Conforme abordado por DIAZ (2005), todos

esses sistemas ajudam aqueles que participam do acidente a enfrentar com rapidez e segurança um problema que pode gerar riscos à saúde e/ou ao meio ambiente.

O primeiro sistema é o proposto pela Associação Nacional de Proteção ao Fogo, a *National Fire Protection Association* (NFPA) dos EUA, e de maneira específica o Sistema de Normas para a Identificação de Riscos de Incêndio de Produtos Perigosos, NFPA 704, o qual é utilizado para tanques de armazenamento e recipientes pequenos (instalações permanentes). O segundo sistema é utilizado para depósitos e tanques transportados para a comercialização dos produtos perigosos. O Departamento de Transporte dos Estados Unidos da América é o responsável por esse sistema, apoiado nas recomendações do sistema de classificação proposto pelas Nações Unidas. A aplicação desse sistema baseia-se no uso de painéis de segurança e rótulo de risco. E o terceiro sistema consiste no Sistema de Identificação de Produtos Perigosos da ONU.

2.2.1. Sistema Padrão para a Identificação de Risco de Incêndio de Produtos Perigosos (NFPA 704)

Esse sistema baseia-se no capítulo 704 da NFPA, que representa visualmente a informação de três categorias de risco: para a saúde, inflamabilidade e reação, além do nível de gravidade de cada uma. Também indica dois riscos especiais: a reação com a água e o seu poder oxidante. O capítulo oferece uma informação imediata, até mesmo à custa de certa precisão, e não se deve ver nele só o que indica estritamente. O sistema padronizado usa números e cores como aviso para definir os riscos básicos de um produto perigoso. As classificações de produtos químicos individuais podem ser encontradas no “guia para produtos perigosos” da NFPA. A saúde, a inflamabilidade e a reatividade estão identificadas e classificadas em uma escala de 0 a 4, dependendo do grau de risco que apresentem, de acordo com as tabelas a seguir:

Tabela 2.1: Perigos à Saúde (Cor Azul)

Nº	Descrição	Exemplos
4	Produtos que em pouco tempo podem causar a morte ou danos permanentes, mesmo que a pessoa afetada tenha recebido assistência médica rapidamente	- Acrilonitrila - Bromo - Paration
3	Produtos que em curto tempo podem causar danos temporais ou residuais, mesmo que a pessoa afetada tenha recebido assistência médica rapidamente	- Anilina - Hidróxidos - Ácido Sulfúrico
2	Produtos que sob exposição intensa ou constante podem causar incapacidade temporal ou possíveis danos residuais, a não ser que a pessoa afetada receba assistência médica rapidamente	- Bromobenzeno - Piridina
1	Produtos que sob exposição causam irritação, mas só lesões residuais leves, mesmo que a pessoa não receba tratamento	- Acetona
0	Produtos que sob exposição ao fogo não oferecem perigo além daquele que poderia ser causado por um produto combustível ordinário	- Metanol

Fonte: DIAZ (2005)

Tabela 2.2: Perigos de Inflamabilidade (Incêndio)

Nº	Descrição	Exemplos
4	Produtos que se evaporam rápida ou totalmente com a pressão atmosférica e na temperatura ambiente normal e se queimam facilmente no ar	- 1.3 Butadieno - Propano - Óxido de Etileno
3	Líquidos e sólidos que podem ignizar-se à temperatura ambiente	- Fósforo - Acrilonitrila
2	Produtos que devem ser aquecidos moderadamente ou ser expostos à temperatura ambiente relativamente alta antes que a ignição seja produzida	- 2-Butanona - Querosene
1	Produtos que devem ser pré-aquecidos antes que a ignição seja produzida	- Sódio - Fósforo Vermelho
0	Produtos que não ignizam	-

Fonte: DIAZ (2005)

Tabela 2.3: Perigos de Reatividade (Cor Amarela)

Nº	Descrição	Exemplos
4	Produtos que podem detonar facilmente ou que se decompõem de maneira explosiva ou reagem a temperaturas e pressões normais	- Peróxido de Benzoíla - Ácido Pícrico
3	Produtos que podem ter uma reação de detonação ou explosão, mas precisam de uma forte fonte de ignição ou devem ser aquecidos e confinados antes do início ou reagem explosivamente com a água	- Diborano - Óxido de Etileno - 2-Nitro - Propadieno
2	Produtos que normalmente são instáveis e sofrem facilmente uma mudança química violenta, mas não detonam ou podem reagir violentamente com a água, ou podem formar misturas potencialmente explosivas com a água	- Acetaldeído - Potássio
1	Produtos que normalmente são estáveis, mas podem se tornar instáveis em temperaturas altas ou reagir com alguma liberação de energia, mas não violentamente.	- Éter Etílico Sulfúrico
0	Produtos que normalmente são estáveis, até quando são expostos ao fogo e que não reagem com a água	-

Fonte: DIAZ (2005)

Além das Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3, tem-se também o especial (fundo branco). O fundo branco foi feito para oferecer informação especial sobre o produto químico. Por exemplo, pode indicar que o material é radioativo, nesse caso o símbolo correspondente e internacionalmente aceito é utilizado. Se o material é reativo, utiliza-se um W atravessado por um traço, indicando que o material pode ter uma reação perigosa se entrar em contato com a água. Não quer dizer “não utilize a água”, visto que algumas formas de água, névoa ou água finamente espalhada podem ser utilizadas em muitos casos. O que realmente significa esse sinal é: a água pode gerar certos riscos, então deve-se utilizá-la com muito cuidado até estar devidamente informado. As letras OX indicam a existência de um oxidante, ALC indica materiais alcalinos e ACID, ácido; CORR indica corrosivos e o símbolo internacional para os materiais radioativos.

2.2.2. Sistema de Identificação dos Produtos Perigosos UN/DOT/CANUTEC

A administração do transporte de produtos perigosos do Departamento de Transporte dos Estados Unidos (DOT) regulamenta mais de 1.400 produtos perigosos. As regulamentações exigem rótulos de risco em recipientes pequenos e painéis de segurança em tanques e reboques. Os rótulos e painéis indicam a natureza do risco que o

produto possui. A classificação utilizada nesses sinais baseia-se em diferentes tipos de riscos definidos pelos especialistas das Nações Unidas.

Os painéis de segurança para identificação visam a facilitar a intervenção nos acidentes, pois, apesar de o número de identificação constar nos documentos de embarque ou declarações de carga, em um acidente será muito mais fácil identificar o produto no painel de segurança do que nos documentos.

O número de risco dos produtos se encontra na parte superior dos painéis de segurança e no vértice inferior dos rótulos.

O painel de segurança é composto também por um segundo número, o qual é localizado na parte inferior. Este é o número de identificação (ID/UN) de quatro dígitos, o qual consta da tabela de produtos perigosos nas regulações do DOT, 49 CFR 172.101.

Uma vez obtido o número de identificação, pode-se examinar a “guia de resposta inicial à emergência” do DOT dos Estados Unidos ou do CANUTEC do Canadá. Esses guias descrevem os procedimentos adequados e as precauções a serem requeridas em um atendimento envolvendo produto perigoso com um número de ID/UN. O sistema de DOT/CANUTEC está mais atualizado, colaborando com as equipes nas respostas ao acidente, em contraste com o NFPA. Porém, utilizar os dois sistemas quando se responde a um acidente com produtos perigosos auxiliará a identificar e caracterizar corretamente as substâncias envolvidas.

2.2.3. Sistema de Identificação dos Produtos Perigosos – ONU

Por serem fontes de perigo, os produtos perigosos são classificados de acordo com o tipo de danos que podem provocar. A ONU (1997) estabelece os critérios utilizados para a classificação desses materiais, os quais determinaram a criação de nove classes básicas, que podem ou não ser subdivididas, conforme as características dos produtos. No caso de uma substância, mistura ou solução apresentar mais de um perigo, deve-se adotar a classificação mais rigorosa. Ressalta-se que a ordem numérica das classes não implica graduação de perigo (REAL, 2000).

A Tabela 2.4 apresenta as principais classes de perigo estabelecidas pela ONU.

Tabela 2.4: Sistema de Identificação de Produtos Perigosos

Nº Classe de Perigo das Nações Unidas	Descrição	Exemplos
1	Explosivos	Dinamite, nitrocelulose, pólvora, cordel, acendedor e bala de festim
2	Gases inflamáveis, não inflamáveis, não tóxicos e tóxicos	Oxigênio, amônia, argônio, acetileno, gás liquefeito de petróleo ou GLP
3	Líquidos inflamáveis	Aldeído acético, acetona, benzina, álcool etílico, nitrato de metila, gasolina e querosene
4	Sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas a combustão espontânea e substâncias que em contato com a água emitem gases inflamáveis	Celulóide, enxofre, fósforo branco, sódio metálico, alumínio em pó e ligas de magnésio
5	Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos	Peróxidos, nitrato de amônia, água oxigenada, bromato de potássio e perclorato de cálcio
6	Substâncias tóxicas (venenosas) e substâncias infectantes	Acetona cianidrina, óxido de mercúrio, chumbo tetraetila e cianetos em geral
7	Materiais radioativos	Urânio, cobalto, tório e cério
8	Substâncias corrosivas	Ácido acético, ácido clorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico e soda cáustica
9	Substâncias perigosas diversas	Acetaldeído, amônia, dióxido de carbono (sólido) e formaldeídos (soluções com ponto de fulgor superior a 61°C)

Fonte: DIAZ (2005) e SENAI (2006)

Os números das classes e subclasses das Nações Unidas têm os seguintes significados, conforme demonstrado na Tabela 2.5.

Tabela 2.5: Relação de Classes e Subclasses dos Produtos Perigosos

Classe 1	Explosivos
Subclasse 1.1	Explosivos com perigo de explosão e massa
Subclasse 1.2	Explosivos com perigo de projeção
Subclasse 1.3	Explosivos com perigo predominante de incêndio
Subclasse 1.4	Explosivos com perigo de explosão não significativa
Subclasse 1.5	Explosivos muito sensíveis
Subclasse 1.6	Explosivos extramente insensíveis, sem risco de explosão em massa
Classe 2	Gases inflamáveis, não inflamáveis, não tóxicos e tóxicos
Subclasse 2.1	Gás inflamável
Subclasse 2.2	Gás não inflamável, não tóxico
Subclasse 2.3	Gás tóxico
Classe 3	Líquidos inflamáveis
Classe 4	Sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas a combustão espontânea, substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis
Subclasse 4.1	Sólidos inflamáveis, substâncias autorreagentes e explosivos sólidos insensibilizados
Subclasse 4.2	Substâncias sujeitas a combustão espontânea
Subclasse 4.3	Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis
Classe 5	Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos
Subclasse 5.1	Substâncias oxidantes
Subclasse 5.2	Peróxidos orgânicos
Classe 6	Substâncias tóxicas e substâncias infectantes
Subclasse 6.1	Substâncias tóxicas
Subclasse 6.2	Substâncias infectantes
Classe 7	Materiais radioativos
Classe 8	Substâncias corrosivas
Classe 9	Substâncias e artigos perigosos diversos

Fonte: DIAZ (2005)

2.3. Substâncias Químicas

Dentre as diversas iniciativas tomadas pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA voltadas à implementação da Agenda 21, compromisso assumido pelos países por ocasião da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, destaca-se o “Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas”, o qual consiste em um documento que possibilita subsidiar ações inseridas no contexto do Capítulo 19 da Agenda 21, que trata da Gestão Ambientalmente Saudável de

Substâncias Químicas Tóxicas, incluindo a Prevenção do Tráfico de Produtos Perigosos e Tóxicos.

De acordo com a referida publicação “Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas”, expõe que o Fórum Intergovernamental de Segurança Química – FISQ, estabelecido em 1994, durante a Conferência Internacional sobre Segurança Química, realizada em Estocolmo, com o objetivo de definir prioridades e mecanismos para implementar o Capítulo 19 da Agenda 21, reforçou a necessidade de os países elaborarem seus respectivos perfis nacionais de gestão das substâncias químicas (MMA, 2003).

No Brasil, o tratamento das questões de segurança química, incluindo-se desdobramento das diretrizes internacionais para esse tema, se dá por meio da Comissão Nacional de Segurança Química – CONASQ, instituída pela Portaria MMA nº. 319, de 27 de dezembro de 2000. No âmbito da CONASQ, estabeleceu-se a incumbência de o Ministério do Meio Ambiente coordenar a elaboração do Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas, cujos objetivos incluem:

- Gerar informações que permitam formular e aperfeiçoar políticas públicas sobre substâncias químicas no Brasil;
- Conhecer a real situação da gestão de substâncias químicas no País;
- Identificar as categorias de substâncias químicas que são objeto de controle e vigilância no País e aquelas que necessitam de controle;
- Disponibilizar meios para a definição de prioridades na gestão, prevenção e controle de riscos relacionados a produção, movimentação e uso de substâncias químicas;
- Conscientizar instituições governamentais e de outros setores, assim como a sociedade civil organizada de forma geral, para a importância da gestão responsável de substâncias químicas e de sua parcela de responsabilidade (MMA, 2003).

As categorias de substâncias consideradas prioritárias – em função, principalmente, de seu risco potencial à saúde e ao meio ambiente – para consideração pelo Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas são:

- Produtos químicos inorgânicos (cloro e álcalis; intermediários para fertilizantes; fertilizantes fosfatados, nitrogenados e potássicos; gases industriais e outros produtos inorgânicos);
- Produtos químicos orgânicos (petroquímicos básicos; intermediários para resinas e fibras e outros produtos químicos orgânicos);
- Produtos farmoquímicos;
- Agrotóxicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas e outros agrotóxicos);
- Tintas, vernizes, esmaltes, lacas; tintas de impressão; impermeabilizantes; solventes e produtos afins;
- Produtos e preparados químicos diversos (catalisadores, aditivos de uso industrial e outros produtos químicos); e
- Metais e seus compostos (chumbo, cromo, cádmio, mercúrio), arsênio e amianto.

2.3.1. Risco Químico

As classes ou subclasses de risco, estabelecidas pela ONU, encontram-se dispostas na parte inferior dos Rótulos de Risco, de acordo com a Norma NBR 7500 da ABNT. E essas classes de risco apresentam aspectos importantes a serem observados nos acidentes. Diante disso, foram abordados os principais riscos das nove classes estabelecidas pela ONU (HADDAD, 2005):

2.3.1.1. Explosivos

O explosivo é uma substância que é submetida a uma transformação química extremamente rápida, produzindo simultaneamente grandes quantidades de gases e calor. Devido ao calor, os gases liberados – por exemplo, nitrogênio, oxigênio – expandem-se a altíssimas velocidades, provocando o deslocamento do ar circunvizinho, gerando um aumento de pressão acima da pressão atmosférica normal (sobrepessão). Muitas substâncias dessa classe são sensíveis ao calor, choque e fricção; já outras necessitam de um intensificador para explodirem. Há a possibilidade de ocorrerem dois tipos de explosões: detonação e deflagração. A detonação ocorre muito rapidamente, a velocidade de expansão dos gases é da ordem de km/s, superior à velocidade do som

naquele ambiente. Já a deflagração é um tipo de explosão em que a velocidade de expansão dos gases é, no máximo, a velocidade do som naquele ambiente. Neste caso pode surgir a combustão. O dano mais comum provocado ao homem por uma explosão é a ruptura do tímpano, que ocorre a valores acima de 0,4 bar de sobrepressão. Em casos de incêndio, além do risco iminente de explosão, pode-se ter a emissão de gases tóxicos e/ou venenosos.

2.3.1.2. Gases

O gás é um dos estados da matéria. Além do risco inerente ao estado físico, os gases podem apresentar riscos adicionais, como, por exemplo: inflamabilidade, toxicidade, poder de oxidação e corrosividade, entre outros. Alguns gases apresentam odor e cor característicos, como o cloro, enquanto outros não apresentam odor e nem coloração, como o monóxido de carbono, o que pode dificultar o seu controle e a identificação quando de um eventual vazamento. Todos os gases, exceto o oxigênio, são asfixiantes. Grandes vazamentos, mesmo de gases inertes, reduzem o teor de oxigênio dos ambientes fechados, o que pode culminar na morte das pessoas expostas. Nos acidentes envolvendo os produtos gasosos há a possibilidade da ocorrência de incêndios ou explosões.

2.3.1.3. Líquidos Inflamáveis

Considerando a temperatura ambiente em uma região de 25°C e ocorrendo um vazamento de um produto com ponto de fulgor de 15°C, significa que o produto nessas condições está liberando vapores inflamáveis, bastando apenas uma fonte de ignição para que haja um incêndio ou uma explosão.

Resumidamente, define-se como ponto de fulgor a menor temperatura na qual uma substância libera vapores em quantidades suficientes para que a mistura de vapor e ar logo acima de sua superfície propague uma chama, a partir do contato com uma fonte de ignição.

No que tange aos limites de inflamabilidade, para um gás ou vapor inflamável queimar é necessário que exista, além da fonte de ignição, uma mistura chamada ideal entre o ar atmosférico (oxigênio) e o gás combustível. A quantidade de oxigênio no ar é praticamente constante, em torno de 21% em volume. Já a quantidade de gás combustível necessário para a queima varia para cada produto e está dimensionada por duas constantes: o Limite Inferior de Explosividade (LIE) e o Limite Superior de Explosividade (LSE). E os gases ou vapores combustíveis só queimam quando sua porcentagem em volume estiver entre os limites (inferior e superior) de inflamabilidade, que é a mistura ideal para a combustão.

Além do ponto de fulgor e do limite de inflamabilidade, outro fator relevante a ser considerado é a presença de possíveis fontes de ignição. Nas situações emergenciais estão presentes, na maioria das vezes, diversos tipos de fontes que podem ocasionar a ignição de substâncias inflamáveis. Entre elas merecem destaque: chamas vivas, superfícies quentes, automóveis, cigarros, faíscas por atrito e eletricidade estática.

Especial atenção deve ser dada à eletricidade estática, uma vez que esta é uma fonte de ignição de difícil percepção. Trata-se, na realidade, do acúmulo de cargas eletrostáticas; por exemplo, as que um caminhão-tanque adquire durante o transporte.

Se, por algum motivo, o produto inflamável que esteja sendo transportado, líquido ou gás, tiver de ser transferido para outro veículo ou recipiente, será necessário que eles sejam aterrados e conectados entre si, de modo a evitar a ocorrência de uma diferença de potencial, o que poderá gerar uma faísca elétrica, representando, assim, uma situação de alto potencial de risco.

Deve-se lembrar que, assim como os equipamentos de medição, todos os demais, como lanternas e bombas, deverão ser intrinsecamente seguros.

Por questões de segurança, muitas vezes não é recomendável a contenção de um produto inflamável próximo ao local do vazamento, de modo a se evitarem concentrações altas de vapores em locais com grande movimentação de pessoas ou equipamentos.

2.3.1.4. Sólidos Inflamáveis

São todas as substâncias sólidas que podem se inflamar na presença de uma fonte de ignição, em contato com o ar ou com a água, e que não estão classificadas como explosivos. Há sólidos inflamáveis quando expostos ao calor, choque ou atrito, além é claro, de chamas vivas. A facilidade de combustão será tanto maior quanto mais finamente dividido o material estiver.

Há outros sólidos que podem se inflamar em contato com o ar, mesmo sem a presença de uma fonte de ignição, como: fósforo branco ou amarelo e sulfeto de sódio. De forma geral, os produtos dessa classe liberam gases tóxicos ou irritantes quando entram em combustão.

2.3.1.5. Oxidantes e Peróxidos Orgânicos

O oxidante é um material que libera oxigênio rapidamente para sustentar a combustão dos materiais orgânicos. A grande maioria das substâncias oxidantes não é inflamável; o simples contato delas com produtos combustíveis pode gerar um incêndio mesmo sem a presença de fontes de ignição. Quando aquecidos, alguns produtos dessa classe, como, por exemplo, nitratos, liberam gases tóxicos.

Já os peróxidos orgânicos são agentes de lato poder oxidante, e destes a maioria é irritante para os olhos, pele, mucosas e garganta.

Tanto os oxidantes como os peróxidos orgânicos apresentam risco de explosão.

2.3.1.6. Substâncias Tóxicas

São substâncias capazes de provocar morte ou danos à saúde humana se ingeridas, inaladas ou em contato com a pele, mesmo em pequenas quantidades. Os efeitos gerados a partir de contatos com substâncias tóxicas estão relacionados com o grau de toxicidade destas e o tempo de exposição ou dose. Algumas substâncias são

inodoras, enquanto outras têm a capacidade de inibir o sentido olfativo, podendo conduzir o indivíduo a situações de risco.

2.3.1.7. Materiais Radioativos

São materiais cujos átomos têm no seu núcleo muitas partículas que, com o tempo, se quebram em núcleos menores e liberam grande quantidade de energia, parte da qual é conhecida por radioatividade (SENAI, 2006).

A radioatividade é capaz de atravessar certos tipos de material e, embora não se possa ver, a sua presença pode ser detectada por aparelhos especiais. O material radioativo deve ser bem protegido e isolado, porque a radioatividade destrói os tecidos do corpo humano e, em doses elevadas, pode causar a morte. A Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN fiscaliza e controla a produção, o comércio e o armazenamento de material nuclear em todo o território nacional, registra as empresas de mineração, autoriza as exportações e importações e propõe o estoque estratégico desses materiais (SENAI, 2006).

2.3.1.8. Substâncias Corrosivas

São substâncias que apresentam uma taxa de corrosão do aço. Evidentemente, tais materiais são capazes de provocar danos também aos tecidos humanos. Basicamente existem dois principais grupos de materiais que apresentam essas propriedades, que são conhecidos por ácidos e bases. Ácidos são substâncias que em contato com a água liberam íons H^+ , provocando alterações de pH para a faixa de 0 (zero) a 7 (sete). As bases são substâncias que em contato com a água liberam íons OH^- , provocando alterações de pH para a faixa de 7 (sete) a 14 (quatorze). Como exemplo dessa classe: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, hidróxido de potássio, entre outros. Muitos dos produtos pertencentes a essa classe reagem com a maioria dos metais, gerando hidrogênio, que é um gás inflamável, acarretando risco adicional.

2.3.1.9. Substâncias Perigosas Diversas

Esta classe engloba os produtos que apresentam riscos não abrangidos pelas demais classes.

2.4. Resíduos

Apesar de o resíduo não ser objeto desta tese, torna-se necessário realizar algumas considerações sobre esse assunto, haja vista a existência de resíduos perigosos.

A norma ABNT 10.004 classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes possam ter manuseio e destino adequados. Essa norma classifica os resíduos sólidos em três tipos:

- a) Classe I – Perigosos: substâncias inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos;
- b) Classe II – Não inertes: substâncias não enquadradas em “a” ou “c”;
- c) Classe III – Inertes: não possuem constituintes solubilizados, de acordo com as normas da ABNT, as concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

No que tange à estatística e aos dados sobre resíduos químicos, MMA (2003) aborda do seguinte modo: “De forma geral, detecta-se a falta de dados e informações sobre as atividades de geração de resíduos industriais, em termos nacionais, e os quantitativos associados.”

Ainda no que diz respeito aos resíduos químicos, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) é uma das poucas instituições que possui dados quantitativos relacionados a fontes poluidoras. E esse órgão realizou um inventário em 1996, no qual foram listadas 110 mil fontes poluidoras do Estado, estimando-se em 26 milhões de toneladas a movimentação de resíduos industriais por ano, sendo mais de 535 mil toneladas de resíduos perigosos Classe I e 25 milhões de toneladas de resíduos

Classe II. Das 535 mil toneladas de resíduo Classe I, 53% são tratados, 31% são estocados e 16% dispostos no solo (MMA, 2003).

Segundo o inventário, a atividade industrial que mais gera resíduos perigosos é a química, com 177 mil t/ano, aproximadamente 33% do total de resíduos Classe I gerados no Estado de São Paulo (MMA, 2003).

Uma associação de referência nesse assunto é a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos – ABETRE (www.abetre.com.br), a qual congrega diversas empresas no tratamento de resíduos industriais.

2.5. Indústria Química Brasileira

A indústria química brasileira, em 2007, obteve um faturamento líquido de 104 bilhões de dólares, respondendo por 3,2% do PIB brasileiro e sendo classificada como uma das nove maiores indústrias químicas do mundo (ABIQUIM, 2009).

Do total de 2002, 16,7 milhões de toneladas (importadas) e 5,5 milhões de toneladas (exportadas) foram de produtos químicos de uso industrial, ou seja, 97,8% e 97,2%, respectivamente. No Brasil, isso representa aproximadamente três mil produtos, produzidos por cerca de 800 empresas (MMA, 2003).

Quanto a outros setores de produção da indústria química, em 2001, a indústria farmacêutica obteve um faturamento líquido de US\$ 5,7 bilhões. O setor de tintas e vernizes apresentou um faturamento líquido de US\$ 1,4 bilhão, já o de fertilizantes, US\$ 2,8 bilhões. O setor de agrotóxicos, em que o Brasil é o quarto consumidor mundial, apresentou o faturamento líquido de US\$ 2,3 bilhões. No ano 2000, o consumo nacional de agrotóxico foi de 131.970 toneladas (MMA, 2003).

O maior número de relatos de acidentes e de áreas contaminadas é o do Estado de São Paulo; no entanto, São Paulo possui o levantamento mais completo sobre esse tema, por se dedicar à segurança química há mais tempo (MMA, 2003).

A localização das unidades industriais é objeto de atenção específica no processo de licenciamento ambiental das unidades industriais. No entanto, muitas indústrias já se encontram instaladas próximos a cursos d'água ou áreas residenciais densamente populosas, aumentando, assim, os riscos de impactos negativos em caso de acidente ou de disposição inadequada de resíduos.

Um exemplo disso é o caso da Indústria Cataguazes de Papéis, às margens do rio Pomba, em Minas Gerais: Iniciado em 29 de março de 2003, o vazamento de 1,2 bilhão de litros de dejetos químicos, decorrente do rompimento de uma barragem de contenção de resíduos, contaminou os rios Pomba e Paraíba do Sul, em uma extensão de mais de 180 quilômetros, afetando o abastecimento de água em oito municípios do Rio de Janeiro, atingindo mais de 500.000 pessoas e, inclusive, atividades industriais que faziam uso da água dessa região. Entre os resíduos lançados, foram identificados enxofre, chumbo, soda cáustica, lignina, sulfeto de sódio e antraquinona (FEAM/MG e FEEMA/RJ *apud* MMA, 2003).

Em relação às substâncias com maior volume de comércio, sobressaem os setores de fertilizantes, petroquímicos básicos, cloro e álcalis. Sua movimentação gera riscos, especialmente no transporte rodoviário, no qual o número de acidentes é significativo. Quanto aos produtos de uso do público em geral, os fertilizantes e os agrotóxicos se destacam dos demais (MMA, 2003).

2.6. Acidentes no Trânsito

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2002, quase 1,2 milhão de pessoas ao redor do mundo morreram em consequência de acidentes de trânsito nas rodovias. Isso representa, mundialmente, uma média diária de 3.242 mortes. Além dessas mortes, estima-se que entre 20 milhões e 50 milhões de pessoas no mundo saem feridas ou incapacitadas em decorrência de acidentes de trânsito nas rodovias, a cada ano (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

Segundo estudo realizado pelo Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN e outras entidades, por ano no Brasil o número de acidentes no trânsito é de 1 milhão, ocasionando 40 mil mortes e um custo de R\$ 20 bilhões (ARAÚJO, 2001).

Os acidentes de trânsito são um problema grave em todo o mundo, sendo a principal causa de morte entre homens de 15 a 44 anos e a quinta causa entre mulheres da mesma faixa etária (ANTP e IPEA, 2004).

Há diversos fatores que estão relacionados direta ou indiretamente à ocorrência de acidentes nas estradas (ARAÚJO, 2001):

- Saturação da malha rodoviária;
- Manutenção precária das estradas;
- Falha mecânica dos veículos;
- Sinalização precária das estradas;
- Fator humano;
- Deficiência na capacidade de direção;
- Inexistência, ou precariedade, das leis de trânsito;
- Fiscalização ineficiente.

Pesquisas internacionais demonstram que o fator humano e a deficiência na capacidade de dirigir são os aspectos causadores de acidentes mais importantes. Esses dois aspectos podem ser divididos da seguinte forma (ARAÚJO, 2001):

Fator humano:

- Dormir ao volante;
- Cochilar ao volante;
- Ingerir bebida alcoólica;
- Ingerir drogas;
- Excesso de horas trabalhadas;
- Fadiga;
- Inexperiência;
- Intoxicação;
- Pobreza de julgamento;
- Doença;
- Menoridade.

Deficiência na forma de dirigir:

- Excesso de velocidade;
- Reflexos limitados;
- Falha no campo de direção;
- Não manter a distância;
- Falta de atenção;
- Não dirigir defensivamente;
- Ultrapassagem insegura.

Entre os diversos estudos realizados, conclui-se que há uma forte relação entre os acidentes causados por fatores humanos e o período do dia em que eles ocorrem. Mais de 50% dos acidentes estão relacionados ao cochilo (32%) e fadiga (18%) do motorista. Quanto aos aspectos relacionados à deficiência na forma de dirigir, a maioria deles reporta-se à velocidade excessiva (44%) e falta de atenção (33%). Além disso, aspectos econômicos na busca constante da produtividade contribuem para que os motoristas trabalhem sob forte carga de estresse e acima da jornada de trabalho permitida. Esse fato tem ocasionado descanso inadequado, baixa qualidade de alimentação e, por fim, uso de drogas para atingir as metas estabelecidas pelas empresas (ARAÚJO, 2001).

Ainda no que diz respeito a acidentes de trânsito, a Polícia Rodoviária Federal aborda que os fatores contribuintes, reconhecidos em 65% dos casos, dizem respeito aos componentes: humano/comportamental (58,3%), veículo (3,3%) e via (3,4%), conforme demonstrado na Tabela 2.6 (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

Tabela 2.6: Acidentes de Trânsito por Fatores Contribuintes – Ano: 2004

Fatores Contribuintes	Nº de Acidentes	%
Componentes humanos/comportamentais	65.608	58,3
Falta de atenção	31.736	28,2
Velocidade incompatível	12.439	11,1
Distância de segmento	9.774	8,7
Desobediência à sinalização	4.971	4,4
Ultrapassagem indevida	3.862	3,4
Adormecimento	1.923	1,7
Ingestão de álcool	903	0,8
Veículo	3.756	3,3
Defeito mecânico em veículo	3.756	3,3
Via	3.879	3,4
Buraco na via	2.313	2,1
Defeito na via	1.566	1,4
Outras causas	39.214	34,9
Total	112.457	100,0

Fonte: PRF/MJ, Coordenação Geral de Operações, Divisão de Planejamento Operacional, Núcleo de Estatística, DATATRAN (2004) apud IPEA, DENATRAN e ANTP (2006)

No estudo Morte no trânsito – tragédia rodoviária, desenvolvido por RIZZOTTO (2004), as estradas brasileiras matam 35 (trinta e cinco) pessoas por dia e ferem 417 (quatrocentas e dezessete) pessoas, das quais 30 (trinta) morrem também. Todos os dias ocorrem, pelo menos, 723 (setecentos e vinte e três) acidentes nas rodovias pavimentadas brasileiras, o que representa uma média de 30 (trinta) acidentes por hora, ou 1 (um) a cada dois minutos. Os acidentes nas estradas brasileiras são responsáveis por 65 (sessenta e cinco) mortes por dia.

Na avaliação do estudo, a melhoria das condições das rodovias não significa que teremos uma redução dos acidentes, pois 90% são provocados por falha humana. Nos acidentes com ônibus rodoviário, pelo menos 2.000 (dois mil) passageiros morrem por ano no local de acidente.

Esse estudo obteve algumas estimativas, as quais indicam que:

- 42.000 (quarenta e duas mil) pessoas morrem por ano vítimas de acidentes de trânsito no Brasil;
- 24.000 (vinte e quatro mil) pessoas morrem em acidentes nas estradas;
- 13.000 (treze mil) morrem no local do acidente e 11.000 (onze mil) são feridos graves que morrem posteriormente;
- Dos 152.470 (cento e cinquenta e dois mil, quatrocentos e setenta) feridos anualmente, aproximadamente 10.864 (dez mil, oitocentos e sessenta e quatro) morrem posteriormente. Consequentemente o total estimado de mortos é 24.000 (vinte e quatro mil) pessoas.

Tabela 2.7: Estimativa dos Acidentes e Vítimas nas Estradas Brasileiras Pavimentadas

Rodovias	Acidentes	Mortos	Feridos	Vítimas
Federais (1)	104.863	5.780	60.326	66.106
Estaduais (2)	134.240	6.156	77.744	83.900
Municipais (3)	24.960	1.200	14.400	16.600
Total (1)+(2)+(3)	264.063	13.136	152.470	166.600

Fonte: RIZZOTTO (2004)

(1) Dados oficiais.

(2) Dados oficiais de 14 Estados com estimativa para os demais Estados.

(3) Estimativa considerando malha rodoviária, frota e comparativo com os demais Estados.

Obs.: O número de mortos é relativo às vítimas que falecem no local do acidente ou durante o transporte para o hospital.

IPEA, DENATRAN e ANTP (2006) abordam que um acidente no transporte de produto químico ocorre todas as vezes que se perde o controle do risco, resultando em perda de carga, causando danos humanos, materiais e ambientais, com custos sociais e econômicos muito elevados.

Os impactos ambientais relacionados a acidentes com produtos químicos, além de difícil mensuração, podem ter implicações totalmente diferenciadas, dado que para cada produto químico lançado no ambiente os impactos são diferenciados e podem variar dependendo do tipo de solo, vegetação, clima da região onde houve o acidente; podem variar, também, de acordo com as características individuais de cada um dos produtos químicos, bem como sua concentração no ambiente, seu peso, densidade, etc. Portanto, mensurar os custos ambientais em decorrência de acidentes de trânsito

envolvendo carga de produtos químicos é uma difícil tarefa (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

Estimativas indicam que só na cidade de São Paulo, diariamente, 10 mil caminhões carregados de produtos perigosos rodam pela capital. Por ano, são mais de 3,5 milhões de veículos. Como exposto por GRUPO ESTADO (2006): “São verdadeiras bombas que circulam pelos corredores de maior fluxo, acobertadas pela fiscalização precária.” O cenário existente pode ser expresso conforme a declaração de Glória Benazzi, coordenadora da Comissão de Normas de Transporte Terrestre de Produtos Perigosos da ABNT: “Estamos no limite de uma tragédia, que ainda não aconteceu porque Deus é brasileiro. E paulistano.”

Na capital, a Companhia de Engenharia de Tráfego – CET fica com a tarefa de monitorar os caminhões que não cumprem a regra de não rodar entre 17 e 20 horas, horário de congestionamento e, conseqüentemente, maior risco. O Instituto de Pesos e Medidas – IPEM monitora esse tipo de transporte apenas na grande São Paulo (exceto na capital) e interior. Segundo Jair Camporeze, chefe de Divisão Técnica de Produtos Perigosos e Gás Natural Veicular – GNV do IPEM de São Paulo: “Fiscalizam-se os carros que são obrigados a passar pelas rodovias para chegar aos municípios. Não se vistoria dentro da Cidade porque é muito perigoso esses veículos ficarem juntos e parados. Se houver um vazamento, qualquer faísca ou cigarro aceso podem provocar um acidente drástico.” Alerta-se também para os momentos em que as marginais ficam congestionadas por horas, lotadas de caminhões misturados aos veículos. Nesses momentos, a capital vira zona de risco (GRUPO ESTADO, 2006).

Estudos realizados sobre a perda de carga de produtos químicos nos acidentes ocorridos no Estado de São Paulo estimaram um custo total de aproximadamente R\$ 5,7 milhões. A amostra compreendeu 244 observações ocorridas no período de julho de 2004 a julho de 2005 (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

O impacto da perda de carga química sobre o meio ambiente é de difícil mensuração. Determinados produtos químicos poluem de forma irreversível nascentes e plantações que se situam às margens das rodovias. A principal classe de produto químico perdido nos acidentes rodoviários com carga química, monitorados pela

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, são os líquidos inflamáveis, que representam 50% de todo o custo da perda de carga química, com um total aproximado de R\$ 2,9 milhões de prejuízo em álcoois, gasolina e óleos em geral (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

Ainda no contexto quantitativo, tem-se o relato de duas experiências por IPEA, DENATRAN e ANTP (2006):

– A primeira reporta-se a uma análise realizada pela CETESB de um acidente de trânsito ocorrido em 2005, em que a perda de carga envolveu dano ambiental: constatou-se um gasto de 1 milhão de reais, entre limpeza do local, transporte e descarte de resíduos, atendimento emergencial, multa e danos. Tais custos dizem respeito apenas à reposição da área degradada decorrente da perda de 25.100 kg de destiladores de alcatrão de hulha, um tipo específico de óleo derivado do petróleo.

– A segunda trata-se de um acidente ocorrido com um caminhão-tanque, em setembro de 2005, em virtude da falta de freios, seguido de choque violento contra uma mureta de proteção no km 44 da rodovia Anchieta. Com o choque no muro de concreto, o caminhão tombou, rompendo o tanque, que continha antrafen ou óleo antracênico, classe ONU 1136, altamente inflamável, contaminando o solo e a vegetação ao lado da pista em mais ou menos 1 km de extensão. O referido óleo escoou por canaletas de águas pluviais, alcançando um canal de drenagem das águas da serra do Mar, que deságua o rio Cubatão. As consequências econômicas e ambientais de acidentes com essas características são praticamente imensuráveis, devido à grande dificuldade de captar todos os impactos que esse tipo de acidente pode provocar, como os danos à saúde das pessoas, à flora e à fauna, e os danos causados ao solo, subsolo e atmosfera.

Segundo a Polícia Rodoviária Federal – PRF, quanto ao tipo de carga envolvido em acidentes nas rodovias federais, os produtos perigosos respondem por 4,2%, como representado na Tabela 2.8.

Tabela 2.8: Tipo de Carga dos Veículos Envolvidos em Acidentes nas Rodovias Federais – 2004

Tipo de Carga	Nº de Veículos	%
Outros	18.027	47,2
Não classificado	9.505	24,9
Alimentício	7.209	18,9
Produto perigoso	1.590	4,2
Eletrônico	1.004	2,6
Carga viva	854	2,2
Total	38.189	100,0

Fonte: PRF/MJ, Coordenação Geral de Operações, Divisão de Planejamento Operacional, Núcleo de Estatística, DATATRAN (2004) apud IPEA, DENATRAN e ANTP (2006)

Ainda se reportando às rodovias federais no ano 2004, os acidentes com produtos perigosos apresentaram o seguinte comportamento:

- Respondem por 1,4% dos acidentes (1.531 ocorrências) em relação ao total de acidentes;
- Das 1.531 ocorrências, 87 apresentaram acidentes com vítimas fatais;
- Estiveram envolvidas 4.711 pessoas (1,03% do total de envolvidos): 131 mortos, 693 feridos e 3.887 ilesos;
- Em quatro BRs concentram-se 52% dos acidentes: BR-116, BR-101, BR-040 e BR-262.
- Os Estados de Minas Gerais e Goiás lideram, respectivamente, as estatísticas do número de acidentes/Estado e do número de mortos com acidentes envolvendo produtos perigosos.

2.7. Reflexão sobre os Acidentes no Cenário Nacional e Internacional

Na conclusão do trabalho desenvolvido por CARVALHO (2001) constatou-se que “não existem dados globais sobre o número de acidentes envolvendo cargas perigosas no Brasil. Mas uma base dessa situação pode ser obtida por meio dos dados registrados em São Paulo”. Diante disso, utilizaram-se os dados do Estado de São Paulo como uma amostra representativa do Brasil, e constatou-se nessa pesquisa que as atividades mais significativas que contribuem para a ocorrência de acidentes químicos

no Brasil são: transporte, postos de combustíveis, armazenamento e outras. Já os principais produtos registrados nesses acidentes são: produtos inflamáveis, gases, corrosivos, tóxicos, infectantes e substâncias perigosas diversas. E esses acidentes apresentam potenciais riscos ao homem e ao meio ambiente, haja vista as propriedades físico-químicas e toxicológicas das substâncias químicas, além de sua reatividade química com outras substâncias ou materiais e com o meio ambiente.

Pesquisas desenvolvidas na literatura internacional, segundo KHAN e ABASSI (1999), mostram que acidentes envolvendo produtos químicos perigosos podem ser claramente categorizados em dois grupos principais: acidentes em instalações fixas e acidentes em transportes. Consideram-se acidente em instalações fixas todos os acidentes ocorridos nas indústrias durante os diferentes estágios de operação, enquanto os acidentes em transportes são aqueles que ocorrem durante o transporte, carregamento e descarregamento de produtos químicos. A investigação da literatura cobriu um período de 1926 a 1997, revelando registros de 3.222 (três mil, duzentos e vinte e dois) acidentes relatando manejo, transporte, processamento e armazenagem de produtos químicos. Dos 3.222 acidentes, 54% reportam-se aos acidentes em instalações fixas, 41% foram de acidentes em transportes e 5% corresponderam a outros.

ALBERT (2005a) aborda uma experiência da Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças – ATSDR nos Estados Unidos: “a maior parte dos acidentes não acontecia durante o transporte, mas sim dentro das instalações das empresas que fabricavam, armazenavam ou utilizavam as substâncias químicas”.

No entanto, a pesquisa realizada no Brasil sobre acidentes químicos revela que o *ranking* de atividades geradoras desse tipo de acidente e o percentual são bem diferentes. A série histórica da pesquisa brasileira abrange um período de 16 anos (1989 a 2004), com o registro de 3.463 acidentes (CETESB, 2005).

Dos 3.463 acidentes, 69,8% são acidentes de transporte, 15,5% em postos de combustíveis, 11,1% na indústria e 3,6% no armazenamento (CETESB, 2005).

Então, realizando um paralelo entre as duas pesquisas – CETESB (2005) e KHAN e ABASSI (1999) –, tem-se que: as instalações fixas brasileiras correspondem a

14,7% dos acidentes, os quais consistem no somatório de 11,1% da indústria e 3,6% do armazenamento. Já os acidentes no transporte correspondem a 69,8% e outros a 15,5%, pois KHAN e ABASSI (1999) não contabilizam postos de combustíveis (CETESB, 2005).

A literatura estrangeira relata que as ocorrências dos acidentes em instalações fixas correspondem a 54% e os acidentes no transporte correspondem a 41% e outros 5% (KHAN e ABASSI, 1999).

Esse primeiro paralelo pode ser representado de acordo com a Figura 2.1.

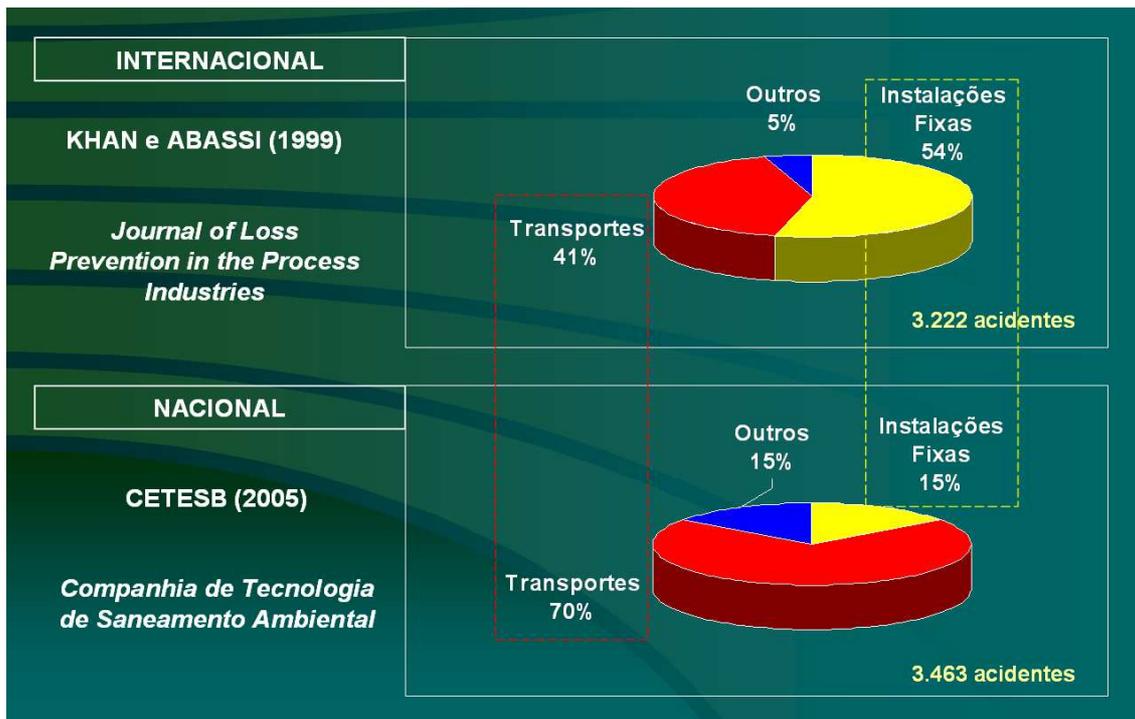


Figura 2.1: Cenário Internacional × Cenário Nacional: Instalações Fixas e Transporte

O segundo paralelo entre ambas as pesquisas diz respeito à participação dos modais nos acidentes no transporte.

A realidade brasileira apresenta a seguinte distribuição: 83,9% rodoviário, 8,4% marítimo, 5,4% dutoviário e 2,3% ferroviário (CETESB, 2005).

A literatura estrangeira demonstra que, para esse tipo de acidente, apresentaram-se os seguintes percentuais: 37% ferroviário, 29% rodoviário, 18% dutoviário, 6% transporte marítimo, 4% navegações interiores e o restante ocorreu durante o carregamento e o descarregamento dos produtos químicos (KHAN e ABASSI, 1999).

Esse segundo paralelo pode ser representado de acordo com a Figura 2.2.

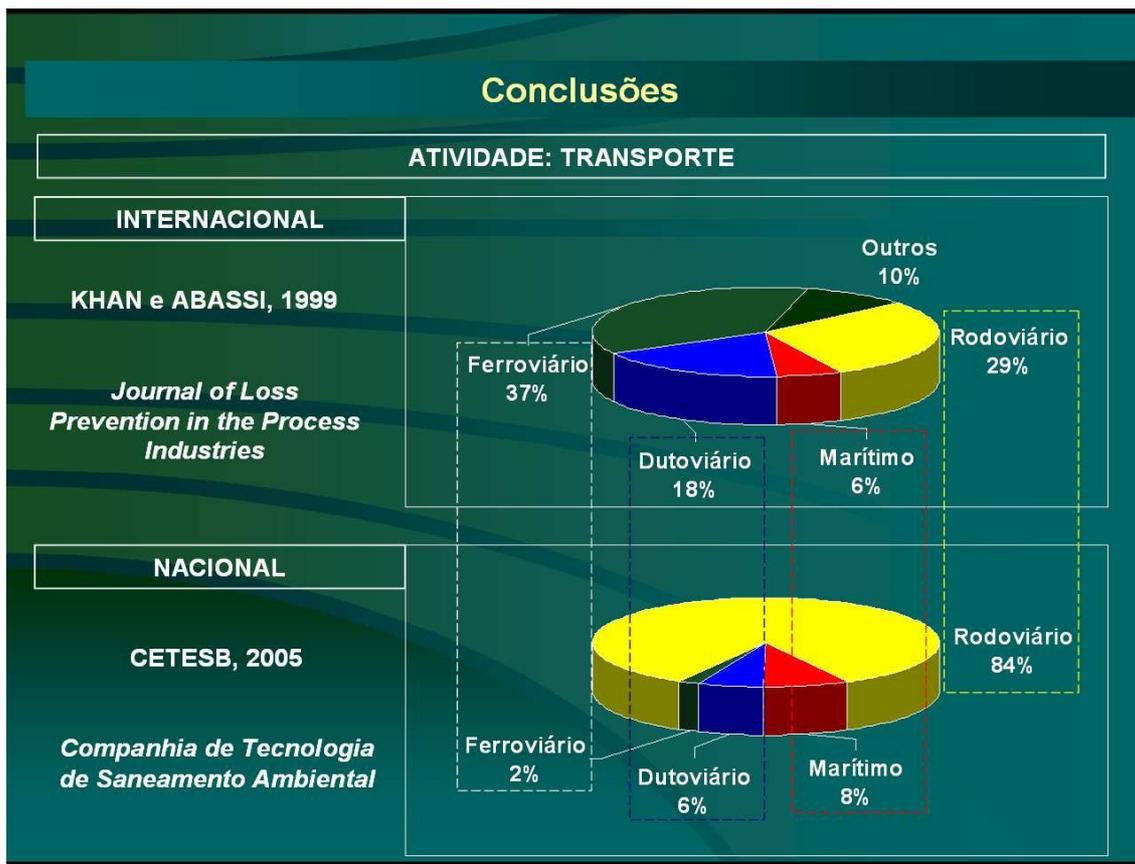


Figura 2.2: Cenário Internacional × Cenário Nacional: Transporte

Resultados de estudos têm confirmado que incidentes relatados no transporte de produtos perigosos são comparáveis em número e magnitude àqueles ocorridos em instalações químicas. Na realidade, ainda que a capacidade de um veículo-tanque seja menor do que o tanque de armazenagem em uma instalação química, acidentes durante o transporte de produtos perigosos frequentemente ocorrem em áreas de território que não são suficientemente controladas ou protegidas, assim como naquelas de alta densidade populacional ou de beleza natural e de importância histórica (MILAZO *et al.*, 2002).

Analisando isoladamente a realidade brasileira e constatado que a atividade transporte é a que apresenta a maior participação em acidentes com produtos perigosos, desenvolveu-se a Tabela 2.9, a qual apresenta a participação das modalidades englobando o período de 16 anos (1989 a 2004).

Tabela 2.9: Ocorrência de Acidentes Químicos na Atividade Transporte

Atividades	Acidentes	%
Transporte rodoviário	2.029	83,9
Transporte marítimo	202	8,4
Transporte dutoviário	131	5,4
Transporte ferroviário	55	2,3
Total	2.417	100,0

Fonte: CETESB (2005)

Para compreender melhor o comportamento da Tabela 2.9, é necessário analisar a matriz de transporte brasileira que em R\$ bilhões apresenta a seguinte participação: 61% rodoviário; 20,7% ferroviário; 13,5% aquaviário. Do restante, 4,1% dutoviário e 0,4% o modal aeroviário (ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2005).

Confrontando a matriz de transporte brasileira com a Tabela 2.9, entende-se claramente a participação do transporte rodoviário respondendo pelo maior número de acidentes. Porém, o mesmo não acontece para os demais modais, os quais apresentam um comportamento distorcido da matriz de transporte.

Para uma melhor compreensão do registro do comportamento dos acidentes nos transportes marítimo, ferroviário e dutoviário, é necessário ter uma estatística dos produtos químicos transportados por esses modais. E caso ainda não seja possível entender esse comportamento, torna-se necessária uma investigação mais minuciosa sobre esses acidentes.

Após essas constatações, questionou-se a participação dessas atividades em um nível maior de detalhamento; logo, foi desenvolvida a Tabela 2.10, com sete atividades compostas da seguinte forma: as três atividades (postos de combustíveis, indústria e armazenamento) e as quatro subdivisões da atividade de maior incidência, “transporte”, porém desmembrada como exposta na Tabela 2.10: transporte rodoviário, transporte marítimo, transporte dutoviário e transporte ferroviário.

Tabela 2.10: Ocorrência das Sete Principais Atividades de Acidentes Químicos

Atividades	Acidentes	%
Transporte rodoviário	2.029	58,6
Postos de combustíveis	538	15,5
Indústria	384	11,1
Transporte marítimo	202	5,8
Transporte dutoviário	131	3,8
Armazenamento	124	3,6
Transporte ferroviário	55	1,6
Total	3.463	100,0

Fonte: CETESB (2005)

Após o desmembramento da atividade transporte, nota-se que a atividade “transporte rodoviário” continua se apresentando como a atividade de maior ocorrência de acidentes químicos.

Analisando as duas atividades de maior registro de acidentes, constata-se entre ambas a maior dispersão de acidentes dessa tabela. A incidência de acidentes do transporte rodoviário é superior ao triplo registrado nos postos de combustíveis.

Tendo em vista a expressividade do transporte rodoviário, investigou-se também a ocorrência das principais classes de risco desse modal, representada na Tabela 2.11.

Tabela 2.11: Transporte Rodoviário: Ocorrência das Principais Classes de Risco

Classe de Risco	%
Líquidos inflamáveis	36,1
Corrosivo	22,6
Não identificados e não classificados	15,3
Gases	9,8
Substâncias perigosas diversas	6,9
Tóxicas/infectantes	4,4
Sólidos inflamáveis	2,8
Óxidos/peróxidos	2,1
Total	100,0

Fonte: CETESB (2005)

A amostra que se reporta a Tabela 2.11 é de 2.202 acidentes registrados em um período de 26 anos (1978 a 2004).

Analisando as sete principais atividades de acidentes químicos expostas na Tabela 2.10 e considerando os produtos identificados, constata-se que o “líquido inflamável” é o produto que apresenta o maior registro em acidente por atividade. Constatou-se também nas investigações que, em cinco das sete atividades, o líquido inflamável é o de maior incidência. Nas outras duas atividades, a maior incidência reporta-se aos gases. Ainda sob a mesma análise, após o líquido inflamável, tem-se o registro dos gases como o segundo produto de maior incidência por atividade.

Das causas identificadas do transporte rodoviário, a colisão é responsável pelo maior número de registros (19,2%), em seguida a falha mecânica (18,2%) e a falha operacional, responsável por 16,1%. A referida amostra consiste em uma série histórica de 2.202 acidentes ocorridos no período de 1983 a 2004. Um outro fato relevante dessa estatística refere-se às “causas não identificadas”, as quais foram responsáveis por 35,5%. Ainda nessa mesma série histórica, foi observado que, com relação aos acidentes da atividade transporte rodoviário, 77% ocorreram em rodovias e 23%, nas vias urbanas.

O horário de maior incidência de acidente foi das 12 às 18 horas, responsável por 29%, e o de menor incidência (16%), de 0 às 6 horas. Analisando separadamente o acidente rodoviário e o de via urbana, ambos apresentaram o mesmo horário de menor incidência: 0 às 6 horas; já o horário de maior registro divergiu: rodoviário, das 6 às 12 horas, e o de via urbana, das 12 às 18 horas.

No transporte ferroviário, dos 58 acidentes registrados no período de 1987 a 2004, foram identificadas as três causas de maior ocorrência: descarrilamento, colisão e, por último, falha operacional. E as consequências desses acidentes foram: vazamento, incêndio e explosão. Quanto ao local de acidente, 21% ocorreram no pátio da estação e 79%, na via férrea.

Nos Estados Unidos, segundo a NFPA – *National Fire Protection Association*, apenas 4% do transporte de carga realizado por ferrovias é ocupado por produtos perigosos. No Brasil, ainda não se dispõe dessa estatística (ARAÚJO, 2001).

Além da investigação das atividades e dos produtos de maior incidência em acidentes químicos brasileiros, foi também investigado como tem sido a evolução desses acidentes no decorrer dos últimos 16 anos (1989 a 2004).

Para isso, desenvolveu-se a análise por quadriênios, a qual contribuiu para um melhor esclarecimento, como pode ser visto na Tabela 2.12 e na Figura 2.3.

Tabela 2.12: Ocorrência dos Acidentes por Atividades

Atividades	1989-1992	1993-1996	1997-2000	2001-2004	Total
Transporte rodoviário	271	344	623	791	2.029
Postos de combustíveis	57	110	218	153	538
Indústria	58	57	120	149	384
Transporte marítimo	62	39	53	48	202
Transporte por dutos	13	32	51	35	131
Armazenamento	20	29	33	42	124
Transporte ferroviário	7	11	12	25	55
Total	488	622	1.110	1.243	3.463

Fonte: CETESB (2005)

A amostra que se reporta à Tabela 2.12 é de 3.463 acidentes registrados no período de 1989 a 2004, e a Figura 2.3 é a representação gráfica dessa tabela.

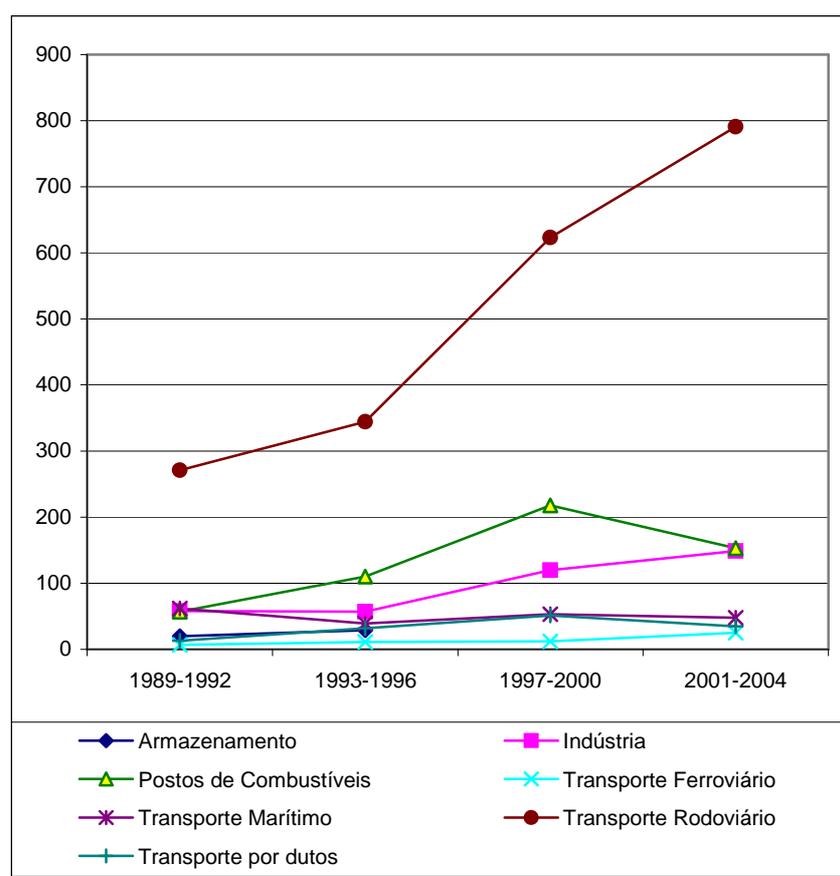


Figura 2.3: Ocorrência dos Acidentes por Atividades

Fonte: CETESB (2005)

De acordo com a Tabela 2.12 e a Figura 2.3, nota-se primeiramente a disparidade da ocorrência da atividade “transporte rodoviário” em relação às demais atividades; além disso, é bem visível o comportamento da atividade “transporte rodoviário”, que apresenta um contínuo crescimento no número de acidentes a cada quadriênio. Já a atividade “postos de combustíveis” foi a que apresentou o melhor resultado de redução de acidentes no último quadriênio. E analisando a variação do primeiro para o último quadriênio, a atividade “transporte ferroviário” foi a que demonstrou a maior variação, apesar de sua ínfima participação.

Além dessas sete principais atividades de acidentes químicos, em uma estatística de uma amostra de 2.002 acidentes de outras atividades ocorridos no período de 1981 a 2004, teve-se como maior participação das atividades constatadas e identificadas as seguintes: descarte (12,5%); rede de esgoto e águas pluviais (10,5%); mancha órfã (4,8%); e descarte em rede pública (4,4%) (CETESB, 2005).

Segundo as análises do impacto da atividade transporte, constata-se no Brasil a necessidade de uma priorização de atuação e investimento sobre o modal rodoviário no que tange à segurança, haja vista a sua participação, o seu perigo e o seu crescimento nas ocorrências de acidentes químicos.

O conhecimento do impacto e do risco da atividade transporte nos acidentes químicos no Brasil contribuirá com o universo científico na orientação de esforços e recursos em pesquisas e investigações para a redução dessas ocorrências. Além disso, contribuirá também com o universo governamental na orientação e no desenvolvimento de seu plano diretor, principalmente nas regiões onde há a predominância de atividades químicas.

As empresas que manuseiam produto perigoso não podem interpretar que o transporte é o seu principal risco, pois a pesquisa reporta-se a uma abordagem global do País. A atividade de maior risco de cada empresa dependerá de suas peculiaridades.

Constatou-se neste estudo a necessidade de as entidades brasileiras e internacionais adotarem uma padronização das coletas de dados. Esse fato tem o intuito de que as empresas, os governos estaduais e federais venham a ter uma base de dados

padronizada que possa ser consolidada a fim de conhecer melhor esse problema. Pois, como resolver algo que não se conhece?

Conforme visto, os dados expostos são advindos de uma amostra do Estado de São Paulo, o qual corresponde a 33% do PIB brasileiro; porém, torna-se necessário aos outros Estados, principalmente aos de maior participação do PIB, o desenvolvimento desse registro de dados, a fim de poder realizar uma fiscalização mais adequada e dirigida que contribuirá para a redução de acidentes.

O intuito inicial desta pesquisa de acidentes brasileiros com produtos perigosos foi realizar uma análise mais detalhista e profunda nesse tema; porém, após a etapa de pesquisa bibliográfica, constatou-se uma carência significativa de estatística brasileira que conseqüentemente impacta a carência de artigos que abordam quantitativamente esse assunto.

Diante disso, percebe-se que a carência de uma estatística mais criteriosa a respeito dos acidentes químicos brasileiros tem como uma de suas origens a falta de motivação dos órgãos governamentais. E essa desmotivação tem como causa diversos fatores, um deles sendo a falta de percepção da análise exploratória que pode advir de tais estatísticas. Em virtude disso, o desenvolvimento das análises das séries históricas teve também o intuito de gerar motivação para o desenvolvimento de estatísticas mais exploratórias. Tais aspectos têm o único objetivo: conhecer o fenômeno para poder combatê-lo. Pois o conhecimento desse fenômeno e de seu comportamento sob as condicionantes brasileiras proporcionará impactar a imperícia com a qual se abordam tais questões.

O Apêndice E: Comunicado de Acidente Ambiental apresenta um procedimento padronizado desenvolvido pelo IBAMA. Esse procedimento proporciona ao Brasil uma sistemática padronizada de coleta de dados a respeito dos acidentes ambientais. No entanto, como se trata de um esforço recente, somente no futuro será possível avaliar os resultados desse trabalho do IBAMA.

2.8. Sistemas

Tendo em vista várias referências na literatura técnica nacional quanto a sistemas relacionados ao tema “transporte de produtos perigosos”, dedicou-se, assim, um tópico dirigido às necessidades, limitações e proposições desses sistemas apresentados por estudiosos do assunto.

A literatura técnica que apresentou o maior número de citações de sistemas ligado ao tema foi MMA (2003), a qual destacou os seguintes sistemas:

- Pró-química: serviço de utilidade pública, o qual é um sistema de informações e comunicações desenvolvido com o objetivo de fornecer, por telefone, orientações de natureza técnica em caso de emergências com produtos químicos.
- Sistema Dinâmico de Informações – SDI: utilizado pela ABIQUIM para o levantamento setorial estatístico, o SDI se baseia em informações de 209 produtos químicos de uso industrial que, no total, em 2001, alcançaram a produção física de 30.612 mil toneladas.
- SINITOX – Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas: tem como principal atribuição coordenar o processo de coleta, compilação, análise e divulgação dos casos de intoxicação e envenenamento.
- SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente: instituído pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, compõe-se basicamente de duas esferas, a de formulação da Política Nacional do Meio Ambiente e articulação interinstitucional e a de execução de ações de conservação do meio ambiente e de melhoria da qualidade ambiental.
- SASSMAQ – Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade: aplicado ao serviço de logística para produtos químicos, tem como objetivo aperfeiçoar o processo de avaliação dessas empresas de forma que elas cada vez mais atendam aos padrões técnicos desejados pela indústria química,

visando a reduzir ao mínimo os riscos provenientes das operações de transporte e distribuição.

- SIRETOX – Sistema de Informações sobre Riscos de Exposição Química: desenvolvido pelo Grupo de Assessoria e Consultoria Toxicologia – INTERTOX.
- SIREQ – Sistema sobre Informações de Riscos de Exposição Química: desenvolvido pelo Centro de Recursos Ambientais – CRA da Bahia, é um banco de dados avançado contendo grande volume de informações sobre substâncias químicas potencialmente perigosas para o homem e o ambiente.
- SINSOLO – Sistema de Informação sobre Áreas com Solos Contaminados: desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, este sistema disponibiliza dados como fonte da informação, localização da área contaminada, caracterização das substâncias contaminantes e da área, e avaliação preliminar de risco ambiental e de riscos à saúde, entre outros.
- SIA – Sistema Integrado de Informações sobre Agrotóxicos: instituído pela ANVISA, o IBAMA e o MAPA, em atendimento ao artigo 94 do Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002.
- REPIDISCA – Rede Pan-americana de Informação sobre Saúde e Ambiente: gerida pelo CEPIS – Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais, o objetivo desta rede é difundir as informações disponíveis a respeito de saúde ambiental, epidemiologia ambiental, toxicologia ambiental, resíduos perigosos, entre outros.

Já em IPEA, DENATRAN e ANTP (2006) têm-se a citação e a utilização dos seguintes sistemas de informações:

- Banco de dados DATATRAN e Boletins de Ocorrência, ambos da Polícia Rodoviária Federal: o DATATRAN é um subsistema do Sistema BR-BRASIL, do Núcleo de Estatística do Departamento de Polícia Rodoviária Federal, do

Ministério da Justiça, que é alimentado com os dados oriundos dos Boletins de Acidentes de Trânsito (BATs) lavrados por ocasião do atendimento aos acidentes nas rodovias federais.

- Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito – SINET do DENATRAN: sua finalidade é assegurar a organização e o funcionamento da estatística geral do trânsito no território nacional e disponibilizar as suas informações.
- Sistema do Comando do Policiamento Rodoviário da Polícia Militar de São Paulo: destina-se a registrar os acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias estaduais de São Paulo. O tratamento dos dados e a construção do banco de dados também são feitos pela PM. Sua divulgação é feita não só pela PM, como também pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP).
- Banco de Dados da ARTESP (Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo): os acidentes de trânsito nas rodovias concessionadas de São Paulo são consolidados por este banco de dados. Esses acidentes já estão incluídos no banco de dados da Polícia Rodoviária Estadual de São Paulo.
- Sistema do Batalhão de Polícia Rodoviária do Rio Grande do Sul: registra os acidentes de trânsito nas rodovias estaduais. O referido Batalhão envia um relatório de acidentes resumido para o DETRAN-RS, e o tratamento dos dados e sua divulgação são efetuados pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS).
- Sistema da Polícia Rodoviária Estadual de Santa Catarina: registra os acidentes de trânsito nas rodovias estaduais de Santa Catarina por meio do Boletim de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (BOAT). O tratamento dos dados e sua divulgação são efetuados pelo Departamento Estadual de Infra-estrutura (DEINFRA).

- Sistema do Batalhão da Polícia Rodoviária do Paraná: registra os acidentes nos 12.799 km de rodovias estaduais e nos 1.639 km de rodovias federais delegadas. Os dados são retirados dos Boletins de Ocorrência.
- Sistema de Dados do Distrito Federal: os dados de ocorrências de acidentes de trânsito das rodovias estaduais sob jurisdição do Governo do Distrito Federal são consolidados e divulgados pelo DETRAN-DF. Esses dados são oriundos dos registros da Polícia Civil, do Instituto Médico Legal e da Secretaria de Saúde. Existe uma interseção com os dados constantes do banco de dados da Polícia Rodoviária Federal para os acidentes ocorridos nas rodovias federais dentro do DF. Isto é, se o acidente ocorreu dentro do território do DF em uma rodovia federal e caso tenha havido vítimas, ele será incluído também no banco de dados do DF.
- Sistema do Batalhão da Polícia Rodoviária da Polícia Militar do Espírito Santo: os acidentes de trânsito nas rodovias estaduais são registrados pelo Batalhão da Polícia Rodoviária da Polícia Militar, que utiliza um Boletim de Acidente de Trânsito (BAT). O tratamento dos dados, a construção do banco de dados e sua divulgação são feitos pelo DETRAN-ES. No entanto, esse banco de dados contém apenas os acidentes que ocorreram na área das unidades de batalhão que contam com o serviço de informatização, ou seja, é parcial/incompleto. Os acidentes nas rodovias estaduais não incluídos nesse banco de dados aparecem nas estatísticas do DETRAN-ES somados aos acidentes das vias municipais.
- Sistema da Polícia Militar do Ceará: os acidentes de trânsito nas rodovias estaduais do Ceará são registrados pela Polícia Militar do Ceará. O tratamento dos dados, a construção do banco de dados e sua divulgação são feitos pelo Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes (DERT), órgão vinculado à Secretaria da Infra-estrutura (SEINFRA) do Governo do Estado.

IPEA, DENATRAN e ANTP (2006) relatam que nas unidades da Federação em que foram encontrados bancos de dados eletrônicos de acidente de trânsito considerados de boa qualidade as únicas informações comuns a todos eles foram as seguintes: (i) data e hora do acidente; (ii) número da ocorrência; (iii) tipo de acidente (tombamento,

abaloamento, etc.); (iv) rodovia e quilômetro onde ocorreu o acidente. Apesar da existência dessas informações comuns, nem todas se encontram no banco de dados e algumas permanecem nos boletins de ocorrência.

Além da carência de padronização constatada entre os Estados brasileiros, essa situação é mais crítica se refletida sobre o contexto dos Municípios.

Ainda em IPEA, DENATRAN e ANTP (2006), relata-se que, em 2001, alguns encontros foram realizados em Brasília e em alguns Municípios do País, com os representantes do Ministério da Saúde e das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, tendo o objetivo de estimular o desenvolvimento e a implantação de um programa destinado à prevenção dos acidentes de trânsito no âmbito da saúde. O montante, inicialmente de R\$ 15 milhões, foi reduzido a R\$ 5 milhões, tendo sido restringida a abrangência do projeto para apenas cinco cidades (São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Recife e Cuiabá). Tais Municípios foram escolhidos porque já tinham algum foco nas ações de prevenção aos acidentes de trânsito, possuíam sistemas de informação bem instalados e massa crítica para análise dessas informações. Em 2004 o projeto teve uma ampliação, incluindo mais 11 Municípios.

Apesar da existência de todos esses sistemas citados, tem-se um registro de um sério problema no País: O Brasil não possui um sistema estruturado de informações sobre o transporte de produtos perigosos, o que prejudica o entendimento da gravidade do problema. Contudo, vários Estados possuem um sistema de atendimento emergencial que prevê a ação coordenada dos órgãos de fiscalização do transporte rodoviário, concessionárias de rodovias, órgãos de defesa civil e órgãos de meio ambiente (MMA, 2003).

2.8.1. Constatções Pertinentes aos Sistemas

Uma vez que um dos intuitos desta tese é contribuir para uma boa gestão de transporte de produtos perigosos no Brasil, serão registradas neste tópico constatações da literatura técnica quanto às limitações e necessidades pertinentes ao sistema de transporte de produtos perigosos.

2.8.1.1. Limitações

No Brasil, apesar da existência e disponibilidade qualitativa e quantitativa de informação referente à gestão de substâncias químicas, o MMA (2003) apresenta três características principais:

- Mostra-se insuficiente, não apresentando dados para uma grande quantidade de substâncias que circulam e são manipuladas no País;
- Apresenta-se assistemática, com lacunas na disponibilidade e distribuição;
- Encontra-se disseminada em muitas instituições, dificultando a sua localização e, em alguns casos, sendo gerada em duplicidade ou com características contraditórias.

Já no que diz respeito à localização da informação, constata-se que:

- Os arquivos, de maneira geral, são assistemáticos e não estão projetados para intercâmbios intra ou interinstitucionais;
- Muitos arquivos estão disponíveis apenas na forma impressa, não tendo sido a base de dados ainda digitalizada;
- Não existe uma política clara a respeito de “quem” pode ou “como” se pode acessar a informação, apesar de esta estar disponível geralmente ao público; e
- Os mecanismos de envio de informações, após terem sido solicitados, ainda não são suficientemente eficientes, seguros e rápidos.

O acesso às informações é livre e sem restrições, na maioria das vezes, desde que os materiais solicitados se encontrem em condições de ser localizados. Tais informações e dados se encontram, de modo geral, no formato de arquivos impressos manualmente, além de uma parcela disponível em arquivos informatizados. Neste último caso, os registros estão formatados em editores de texto, planilhas eletrônicas e em poucos casos em banco de dados (MMA, 2003).

Verifica-se que existem lacunas significativas no sistema de acesso à literatura e bases de dados sobre gestão de substâncias químicas, em nível nacional e internacional. A disseminação dessas informações, muitas vezes, é viabilizada apenas com base na boa vontade e interesse voluntário dos profissionais que atuam nas instituições envolvidas com o tema, superando a eficiência de escoamento de dados de programas estruturados

sistematicamente e oficialmente implementados. Dessa maneira, nem todas as partes interessadas possuem acesso aos dados em questão. Porém, a Internet tem proporcionado acesso mais rápido às bases de dados internacionais (MMA, 2003).

Quanto a essas questões, ARAÚJO (2001) aborda as tentativas da OIT em implementar uma base de dados única visando a comparar o desempenho do setor de transporte. As dificuldades encontradas dizem respeito à falta de padronização na coleta dos dados e no tratamento estatístico dos indicadores. E percebe-se também que esse problema não se restringe apenas ao Brasil, de acordo com a citação de ARAÚJO (2001): “as estatísticas mundiais sobre o transporte de produtos perigosos carecem de maior confiabilidade no levantamento e tratamento de dados”. Já no que diz respeito ao Brasil, este autor expõe a questão de acidentes no transporte da seguinte forma: Não existe uma metodologia uniforme que ofereça dados precisos, gerando grande distorção nos números apresentados. Para se ter uma ideia, o número de óbitos apresentados por órgãos oficiais, e organizações não governamentais, varia de 27 mil a 81 mil casos anuais.

Já IPEA, DENATRAN e ANTP (2006) apresentam a seguinte abordagem:

- Apesar de se reconhecer a grande dificuldade de padronização dos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito no Brasil, pois esse procedimento já foi tentado em diversos momentos anteriores, algumas informações são consideradas imprescindíveis, para que o banco de dados possa se tornar um instrumento gerencial eficaz e uma rica fonte de pesquisa, não somente para a quantificação dos custos médios do acidente como para a análise dos seus aspectos morfológicos, na busca da relação entre eles e os seus fatores condicionantes;

- Para as unidades da Federação nas quais foram encontrados banco de dados eletrônicos considerados de boa qualidade, as únicas informações comuns a todos eles foram: (i) data e hora do acidente; (ii) número da ocorrência; (iii) tipo do acidente (tombamento, abalroamento, etc.); e (iv) rodovia e quilômetro onde ocorreu o acidente. Apesar da existência dessas informações comuns, nem todas se encontram no banco de dados; algumas permanecem apenas nos boletins de ocorrência;

- Mesmo admitindo-se o interesse direto e localizado, observa-se que faltam informações imprescindíveis para melhorar o gerenciamento dos acidentes, para que se possam tomar decisões de políticas e ações para reduzir a sua gravidade e quantidade e acompanhar a evolução dos efeitos concretos dessas medidas;
- O banco de dados dos acidentes das rodovias federais, operado pelo Núcleo de Estatística do Departamento de Polícia Rodoviária Federal, do Ministério da Justiça, é excelente. Da mesma forma e com qualidade semelhante, foi encontrado o banco de dados da Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo;
- Quanto aos registros de acidentes de trânsito nas rodovias estaduais, dos 27 Estados da Federação, apenas sete deles (Ceará, Distrito Federal, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e Espírito Santo) dispunham de bancos de dados com informações suficientes para as finalidades do projeto. Esse cenário de precariedade das informações encontradas nos demais 20 Estados, no que tange aos registros de acidentes na forma, precisão, comparabilidade e qualidade exigidas para quantificação dos seus custos, repetiu-se na área das rodovias municipais.

2.8.1.2. Necessidades

Segundo FIOCRUZ (2002) apud MMA (2003), as informações a ser construídas e disseminadas publicamente, para que apresentem qualidade satisfatória, necessitam de quatro atributos essenciais: exatidão científica (credibilidade), adequabilidade, acessibilidade e inteligibilidade. A presença desses critérios, nem sempre verificados nas bases de dados nacionais, é fundamental para a adoção de medidas de proteção e tomadas de ações em situações de emergência. Ou seja, para determinadas substâncias podem ser encontrados dados satisfatórios relacionados à sua produção, usos, estatísticas de importação, mas, em contrapartida, há a total ausência de informações associadas ao seu transporte, armazenamento e disposição final.

Tendo em vista o intuito de ampliar a disponibilidade e sustentabilidade de sistemas de informações e bases de dados específicos sobre gestão de substâncias químicas no Brasil, de acordo com FIOCRUZ (2002) apud MMA (2003), os seguintes itens necessitam ser implementados:

- Convencimento da sociedade quanto aos seus benefícios;
- Conscientização e disponibilidade dos benefícios a todos por parte dos tomadores de decisão e definidores de políticas;
- Garantia de recursos humanos e financeiros suficientes para operação dos sistemas de informação e banco de dados;
- Base legislativa que garanta fundos para sua manutenção e adoção de políticas que promovam o acesso a informação, com direito ao saber;
- Tecnologias de gerenciamento dos sistemas e bases de dados disponíveis a todos.

2.9. Considerações Finais

Este capítulo discorreu sobre questões conceituais relacionadas ao tema da tese, suas concepções, classificações segundo a ONU e a apresentação de sistemas de identificação de produtos perigosos. Dessa forma, a referida e necessária abordagem consistiram na exploração das premissas inerentes ao tema.

Em seguida, ainda sob o enfoque conceitual, apresentou-se a classificação de resíduos, haja vista a existência de resíduos perigosos, porém foi explicitado que tais resíduos não são objeto da tese.

Após retratadas as questões conceituais, foi exposta a representatividade nacional da indústria química brasileira, haja vista a sua relação com o tema.

Já no tocante aos acidentes com produtos perigosos, foram abordados os acidentes sob um enfoque qualitativo e quantitativo no cenário nacional e internacional, bem como análises fruto do confronto desses cenários.

E, por fim, devido o fato de o Brasil não ter de forma integrada os sistemas de informações pertinentes aos produtos perigosos, dedicou-se, assim, a apresentação dos referidos sistemas identificados na literatura técnica e nas visitas técnicas.

E tendo em vista a necessidade de uma análise e exploração mais profunda do tema, focou-se no universo de petróleo e derivados, o qual consiste na concepção do próximo capítulo.

CAPÍTULO 3: PETRÓLEO E DERIVADOS

O petróleo é considerado uma fonte de energia não renovável, de origem fóssil, e é matéria-prima da indústria petrolífera e petroquímica. O petróleo bruto possui em sua composição uma cadeia de hidrocarbonetos, cujas frações leves formam os gases e as frações pesadas, o óleo cru. A distribuição desses percentuais de hidrocarbonetos é que define os diversos tipos de petróleo existentes no mundo (AMBIENTE BRASIL, 2009).

Na natureza, quando encontrado, está nos poros das rochas, chamadas de rochas reservatórios, cuja permeabilidade irá permitir a sua produção. Na natureza, as rochas sedimentares são as mais porosas, e quando possuem permeabilidade elevada formam o par ideal para a ocorrência de reservatórios de petróleo economicamente exploráveis. O petróleo, por possuir uma densidade média de 0,8, inferior à das rochas que constituem o subsolo, tende a migrar para a superfície, provocando os clássicos casos de exudações. Os egípcios utilizavam esse óleo como fonte de energia, como remédio e matéria-prima para os processos de embalsamento. Se no caminho para a superfície encontra-se uma estrutura impermeável (armadilha), que faça o seu confinamento e impeça a sua migração, acaba-se formando um reservatório de petróleo. Existem reservatórios de petróleo em diversas profundidades, e os mais rasos (-10 m, que podem ser explorados por mineração) são os mais pastosos e com predominância na composição com hidrocarbonetos de cadeias carbônicas pesadas (graxas), sendo os mais leves encontrados em grandes profundidades (na faixa de -2.500 m a -5.000 m) (AMBIENTE BRASIL, 2008).

O petróleo é considerado um produto perigoso e seu transporte e manuseio oferecem riscos ao meio ambiente e à segurança humana, isto é, no caso da liberação desse produto, há possibilidade de danos materiais e humanos, enfermidades ou até morte, resultante da exposição de pessoas, animais ou vegetais a agentes ou condições ambientais potencialmente perigosas (SERPA, 1999 *apud* POFFO *et al.*, 2001).

O petróleo acarreta uma série de riscos ambientais quando lançado ao meio ambiente (seja na forma de derramamento catastrófico ou de lançamentos crônicos). Além dos impactos físicos dos derramamentos, a toxicidade individual de muitos

componentes do petróleo é significativa e até em pequenas quantidades pode matar ou prejudicar organismos – do nível celular ao populacional. Compostos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) são agentes carcinogênicos conhecidos e podem ocorrer em diferentes proporções no petróleo, bem como nos produtos refinados. A tomada de decisão informada em relação às formas de minimizar os riscos para o meio ambiente exige a compreensão de como as emissões de petróleo associadas à extração dos seus diferentes componentes, transporte e consumo variam em tamanho, frequência e impacto ambiental (NAS, 2003).

3.1. Derramamento de Petróleo

O efeito dos lançamentos de petróleo não está diretamente relacionado ao volume. Na verdade, trata-se de uma função complexa, que resulta da interação entre a velocidade de lançamento, a natureza do petróleo lançado (e das proporções de compostos tóxicos nele contidos) e do local físico, bem como do ecossistema biológico exposto (NAS, 2003).

Diversos avanços ocorreram no sentido de compreender alguns dos processos básicos que afetam o destino do petróleo lançado. Muito mais precisa ser aprendido sobre como o petróleo interage com o sedimento marinho e de que forma ele é transportado ou disperso através de processos oceânicos e costeiros, tais como ondas e correntes.

Estudos concluídos no período de 1983 a 2003 revelam o dano ambiental relevante que pode ser causado por derramamentos de petróleo no ambiente marinho. Nenhum derramamento é inteiramente benigno. Até um pequeno derramamento no lugar errado, na hora errada, pode causar danos a organismos específicos ou a populações inteiras. Com algumas exceções notáveis (ex.: os derramamentos do *Exxon Valdez*, *North Cape* e Panamá), tem havido uma falta de recursos para dar apoio a estudos sobre os destinos e efeitos do petróleo derramado. Muito do que se sabe sobre o destino e efeito do petróleo derramado vem de poucos derramamentos bem estudados (NAS, 2003).

Apesar dos avanços significativos alcançados em relação à compreensão do comportamento e efeito dos derramamentos de petróleo no ambiente marinho e da prevenção de sua ocorrência, antes de mais nada, pouco foi relativamente feito no que tange à compreensão da ameaça que representam os pequenos lançamentos crônicos de petróleo oriundos de todas as fontes. Estudos de longo prazo dos grandes derramamentos ou portos poluídos proporcionaram compreender; porém, em grande medida, a relevância (em termos de danos ambientais) de grandes lançamentos oriundos de fontes baseadas em terra e outros lançamentos crônicos permanece desconhecida (NAS, 2003).

De acordo com NAS (2003), estudos recentes, contudo, sugerem que os PAHs (hidrocarboneto policíclico aromático), mesmo em baixas concentrações, podem exercer um efeito deletério sobre a biota marinha. Além disso, fazem-se necessárias pesquisas sobre os efeitos acumulativos de múltiplos tipos de hidrocarbonetos associados a outros tipos de contaminantes, para avaliar a toxicidade e resposta dos organismos sob as condições experimentadas por eles em regiões costeiras poluídas.

Embora atualmente existam boas evidências dos efeitos tóxicos da poluição provocada pelo petróleo sobre organismos individuais e sobre a composição das espécies das comunidades, ainda pouco se sabe a respeito dos efeitos da poluição, seja aguda ou crônica, sobre populações ou sobre a função das comunidades ou ecossistemas. A falta de conhecimento desses efeitos em nível populacional em parte se deve ao fato de que as estruturas populacionais da maioria dos organismos marinhos são pouco conhecidas. Essas informações são fundamentais para a avaliação dos impactos de derramamentos específicos ou lançamentos crônicos em certas áreas em relação à saúde de populações, espécies ou ecossistemas inteiros (NAS, 2003).

3.1.1. Impactos

A toxicidade aguda dos hidrocarbonetos do petróleo para os organismos marinhos depende da persistência e biodisponibilidade de cada hidrocarboneto específico.

A capacidade dos organismos de acumular e metabolizar diversos hidrocarbonetos, o destino dos produtos metabolizados, a interferência do hidrocarboneto específico (ou metabólitos) nos processos metabólicos normais, que possa alterar a probabilidade de sobrevivência e reprodução no ambiente do organismo, e o efeito narcótico dos hidrocarbonetos sobre a transmissão nervosa são os principais fatores biológicos considerados para determinar o impacto ecológico de qualquer lançamento.

Os processos de degradação podem alterar a composição do petróleo e, conseqüentemente, sua toxicidade (BURNS *et al.*, 2000; NEFF *et al.*, 2000). Com a degradação, ocorre uma perda subsequente de compostos monoaromáticos, e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ganham mais importância como agentes que contribuem para a toxicidade dos óleos degradados. Outros fatores que podem contribuir para alterações na toxicidade incluem a fotodegradação e a fotoativação (MALLAKIN *et al.*, 1999; BOESE *et al.*, 1999).

Dados coletados de diversos derramamentos que ocorreram nas décadas de 1970 e 1980 demonstraram que os compostos aromáticos de maior peso molecular, tais como os fenantrenos alquilados e os dibenzotiofenos alquilados, estão entre os compostos mais persistentes, tanto nos tecidos animais quanto nos sedimentos (CAPUZZO, 1987).

Os danos causados aos mecanismos de alimentação, taxas de crescimento, taxas de desenvolvimento, energéticos, resultado reprodutivo, taxas de recrutamento e aumento da suscetibilidade a doenças e outros transtornos histopatológicos são alguns dos exemplos dos tipos de efeitos subletais que podem ocorrer em decorrência da exposição aos hidrocarbonetos do petróleo (CAPUZZO, 1987).

Os estágios iniciais do desenvolvimento podem ser especialmente vulneráveis à exposição aos hidrocarbonetos, e a falha no recrutamento em *habitats* cronicamente contaminados pode estar relacionada aos efeitos tóxicos diretos dos sedimentos contaminados por hidrocarbonetos (KREBS e BURNS, 1977; CABIOCH *et al.*, 1980; SANDERS *et al.*, 1980; ELMGREN *et al.*, 1983).

As aves e os mamíferos marinhos podem ser especialmente vulneráveis a derramamentos de petróleo se seus *habitats* ou presas ficarem contaminados. Além disso, os efeitos agudos, tal como a alta mortalidade, da exposição crônica de baixo nível a hidrocarbonetos podem afetar a sobrevivência e o desempenho reprodutivo das aves marinhas e de alguns mamíferos marinhos.

Os efeitos subletais do petróleo sobre as aves marinhas incluem a redução da reprodução bem-sucedida e prejuízo fisiológico, além da vulnerabilidade ao estresse (HUNT, 1987; FRY e ADDIEGO, 1987, 1988; BRIGGS *et al.*, 1996). Comparativamente, nos mamíferos marinhos, a exposição subletal aos hidrocarbonetos do petróleo foi demonstrada como causa de danos mínimos a pinípedes e cetáceos (GERACI, 1990; ST. AUBIN e LOUNSBURY, 1990), apesar de as lontras marinhas parecerem ser mais sensíveis (GERACI e WILLIAMS, 1990; MONSON *et al.*, 2000). O petróleo também pode afetar indiretamente a sobrevivência e a reprodução bem-sucedida de aves marinhas e mamíferos, por influenciar a distribuição, abundância ou variabilidade das presas.

Os lançamentos de petróleo derivados de atividades de consumo variam muito em composição, persistência, taxas de carga por área, estação do ano e efeitos. Os maiores lançamentos individuais, tanto de hidrocarbonetos de petróleo quanto de PAHs dessa fonte geral, são as fontes terrestres, compostas de hidrocarbonetos de petróleo que já terão passado por degradação química e biológica considerável durante o transporte terrestre e fluvial até atingir as águas costeiras. As taxas de degradação serão lentas.

Os hidrocarbonetos são principalmente absorvidos ou suspensos pelos sedimentos; assim, sua biodisponibilidade é altamente variável, dependendo do comportamento alimentar dos diferentes organismos, padrões e taxas de deposição sedimentar, teor de carbono orgânico dos sedimentos e comportamento de partição de cada PAH específico. Comparativamente, apesar de os lançamentos das operações das embarcações marítimas de lazer em águas costeiras serem relevantes, grande parte é do combustível gasolina, que se volatiliza da superfície da água a velocidades que vão desde vários minutos a horas a 15°C. Os padrões de descarga temporais e espaciais são diferentes dos de outras fontes, e a maior parte da navegação de lazer fica concentrada nos meses de verão nas águas costeiras.

A contaminação crônica por hidrocarbonetos de petróleo de fontes diferentes dos derramamentos de petróleo pode ser verificada em muitas áreas urbanas costeiras, em decorrência de derramamentos de petróleo de fontes não pontuais, queima de combustíveis fósseis e descargas de água residuais municipais. A persistência de alguns compostos, tais como os PAHs nos sedimentos, especialmente em áreas urbanas com múltiplas fontes de lançamento de petróleo, é um exemplo da persistência crônica e da toxicidade além das observações feitas após derramamentos de petróleo.

MEADOR *et al.* (1995) revisaram os processos controlando a absorção e a persistência de PAHs pelos organismos marinhos, especialmente sob condições de exposição crônica, enfatizando mecanismos diferenciais de distribuição nos tecidos e eliminação. A transferência de contaminantes para a biota marinha e o consumidor humano e os efeitos toxicológicos sobre o ecossistema dependem da disponibilidade e persistência desses contaminantes nos ambientes bênticos. A incidência de tumores e outros transtornos histopatológicos nos peixes que vivem no fundo e moluscos em áreas costeiras contaminadas sugere um possível vínculo com a exposição e absorção crônicas de hidrocarbonetos de petróleo (NEFF e HAENSKY, 1982; BERTHOU *et al.*, 1987).

3.2. Dados Mundiais

O número de derramamentos de óleo oriundos de petroleiros tem diminuído significativamente no decorrer do período de 30 anos observados (1995 a 2004). Constata-se que a média do número de derramamentos por ano na década de 1970 foi aproximadamente três vezes a das décadas de 1980 e 1990, de acordo com a base de dados do ITOPF (HUIJER, 2005).

A Figura 3.1 mostra o número de derramamentos de óleo nas categorias de 7-700 toneladas e > 700 toneladas ocorridas em um período de 30 anos. Há uma incidência maior na categoria de 7-700 toneladas do que na de > 700 toneladas. Pode ser também observado na Figura 3.1 que o número de acidentes de derramamento de óleo em ambas as categorias tem reduzido a cada sucessivos 10 anos sobre os 30 anos observados. Nota-se também que a incidência de grandes derramamentos (> 700

toneladas) é três a quatro vezes inferior à categoria de 7-700 toneladas para cada período de 10 anos (HUIJER, 2005).

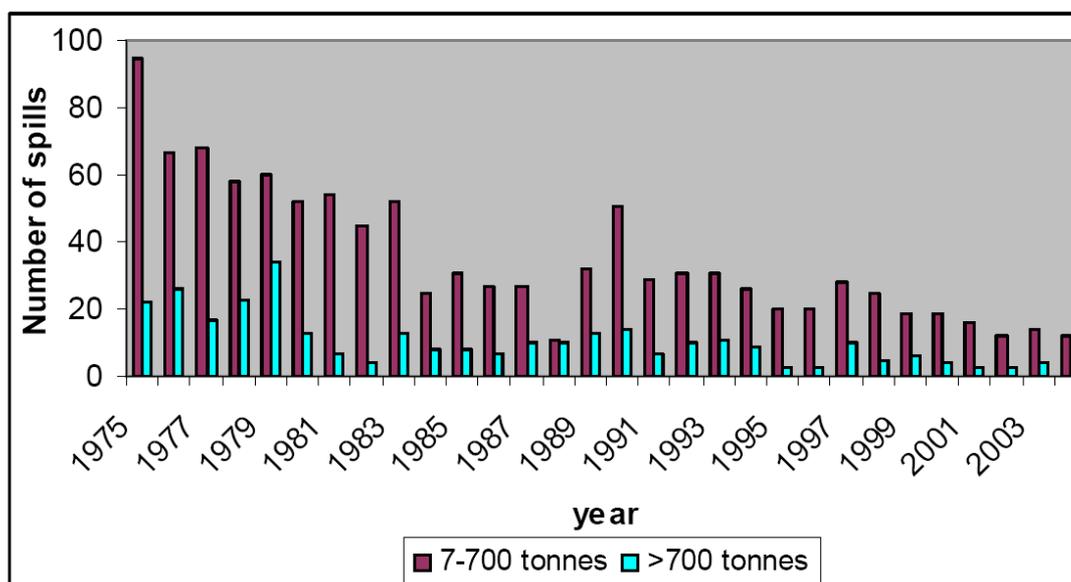


Figura 3.1: Número de Derramamentos Superiores a Sete Toneladas Ocasionados por Petroleiros

Fonte: HUIJER (2005)

Ainda segundo HUIJER (2005), em um período de 10 anos (1985 a 1994), constatou-se a ocorrência de 232 incidentes de petroleiros resultantes no derramamento de 7 toneladas ou mais. Os Estados Unidos apresentaram a maior frequência, com 24% (55 incidentes) do número total desse período. Essa alta frequência pode ser atribuída em parte ao fato de que os Estados Unidos são os maiores importadores de óleo, o que resulta em um pesado tráfego de navios e, conseqüentemente, em um maior risco de derrame acidental, e também devido ao fidedigno registro dos derrames. Vale a pena referir que esse valor é somente a metade do número dos incidentes de derramamentos de sete toneladas ou mais do período observado: 1985 a 1994.

Já a Coreia do Sul ocupou o segundo lugar, com 15 derrames, representando, assim, 6,4% do total. O maior volume derramado no período de 1995 a 2004 foi do Reino Unido, quase inteiramente devido ao Sea Empress, representando derrame de 72.360 toneladas, enquanto o segundo lugar ficou com a Espanha, sendo a maioria devido ao Prestige, que ocasionou derrame de 63.000 toneladas.

Devido à ocorrência de pequenos derrames por país para cada ano durante o período observado (1995 a 2004), não foi possível por HUIJER (2005) detalhar a análise estatística do número de derramamentos por país do referido período. Conseqüentemente, foram analisadas as tendências nos países por décadas, e aqueles nos quais ocorreram mais de 25 derrames nos 30 anos observados encontram-se na Tabela 3.1. Na Figura 3.2, também pode ser visto que o maior número de derrames foi registrado entre as décadas de 1970 e 1980 para a maioria dos países, com exceção da Coreia do Sul, a qual registra a maior frequência na década de 1990.

Nota-se, através do trabalho de HUIJER (2005), uma importante reflexão nos acidentes com petroleiros; porém constatou-se em seu trabalho um esquecimento de expor as ocorrências quantitativas dos Estados Unidos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Número de Derramamento de Óleo de Petroleiro por Países por Década

Países	Número de Derramamento				Total
	1970	1980	1990	2000 ^a	
Japão	39	29	14	4	86
Reino Unido	34	27	16	2	79
Países Baixos	20	15	6	0	41
Canadá	12	18	6	0	36
Coreia do Sul	1	10	19	4	34
Suécia	19	9	5	0	33
Brasil	7	9	7	6	29
Cingapura	12	4	5	7	28
Alemanha	9	9	5	3	26
Total	153	130	83	26	392

Fonte: HUIJER (2005)

a – Período de 2000 a 2004.

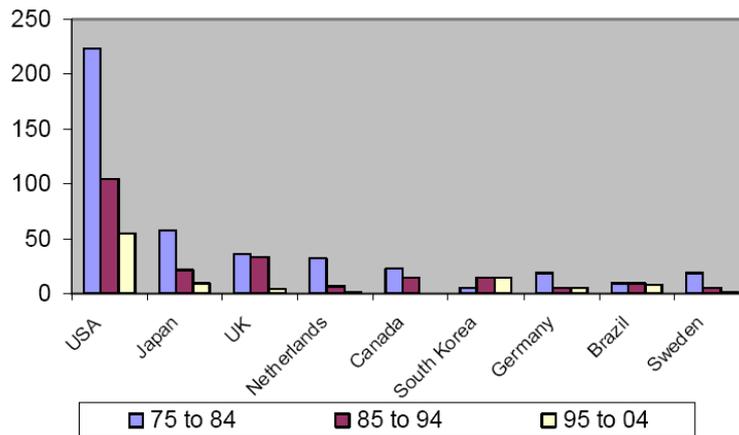


Figura 3.2: Número de Derramamento por Países por Década para Países com Mais de 25 Derramamentos

Fonte: HUIJER (2005)

Outros dados do ITOPF foram abordados por AMBRÓSIO *et al.* (2006), que retrata as causas dos derramamentos de óleo ocorridos no período de 1970 a 2004 para as duas categorias: 7-700 toneladas (Figura 3.3) e > 700 toneladas (Figura 3.4).

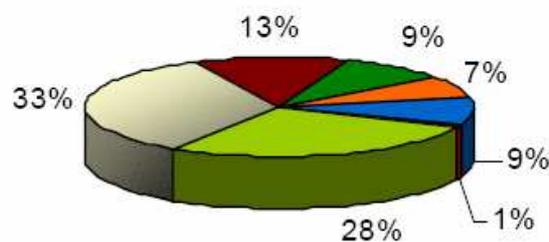
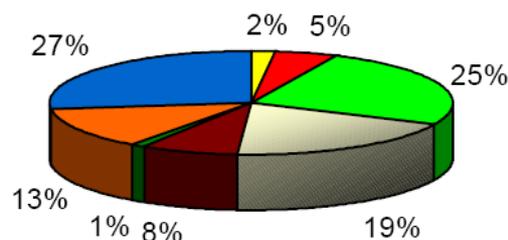


Figura 3.3: Causa dos Derramamentos de Óleo Ocorridos (1970-2004) da Categoria 7-700 Toneladas (1974-2004)

Fonte: ITOPF (2005). Adaptado *apud* AMBRÓSIO *et al.* (2006)



2% - Armazenamento de Combustível	5% - Outras Operações
25% - Colisões	19% - Ancoragem
8% - Quebra de Casco	1% - Explosões
13% - Causas Desconhecidas	27% - Terminal de Carga e Descarga

Figura 3.4: Causa dos Derramamentos de Óleo Ocorridos (1970-2004) da Categoria > 700 toneladas (1974-2004)

Fonte: ITOPF (2005). Adaptado *apud* AMBRÓSIO *et al.* (2006)

Realizando uma análise das Figuras 3.3 e 3.4, constata-se na Tabela 3.2 a seguinte hierarquização de causas de derramamentos de petroleiros.

Tabela 3.2: Hierarquização das Causas dos Derramamentos de Óleo, Ocasionados por Petroleiros

Colocação	7-700 t		> 700 t	
	Causa	%	Causa	%
1 ^o	Ancoragem	33	Term. de carga e descarga	27
2 ^o	Colisões	28	Colisões	25
3 ^o	Quebra de casco	13	Ancoragem	19
4 ^o	Explosões	9	Causas desconhecidas	13
5 ^o	Term. de carga e descarga	9	Quebra de casco	8
6 ^o	Causas desconhecidas	7	Outras operações	5
7 ^o	Outras operações	1	Arm. de combustível	2
8 ^o	–	–	Explosões	1

Fonte: Própria

De acordo com a Tabela 3.2, que propicia a comparação entre categorias distintas do mesmo fenômeno “derramamento de óleo por petroleiro”, tem-se o comportamento de suas causas distintas. A primeira percepção é de que a causa “armazenamento de combustível” aparece de forma mais evidente somente na categoria > 700t; quanto às demais categorias, ao todo sete, comuns a ambas as categorias, nota-se que a causa “colisões” tem um comportamento percentual semelhante a ambas, e as seis restantes apresentam percentuais e hierarquização bem distintos. Tais constatações

evidenciam a necessidade de cuidados técnicos ao abordar determinados fenômenos, que internamente apresentam comportamentos distintos ao ser analisados de forma mais criteriosa.

De acordo com HUIJER (2005), estima-se a existência de 8.000 navios-tanque transportando petróleo cru e derivados pelos mares do mundo, na maior parte das vezes sem incidentes (SOUZA FILHO, 2006).

A Figura 3.5 retrata as quantidades anuais derramadas, em incidentes com petroleiros envolvendo mais de 7 toneladas, no período entre 1970 e 2004. As contribuições de grandes acidentes são ressaltadas em caixas de texto, e as médias das décadas são mostradas em linhas horizontais de cor vermelha, com indicação de quantidades em caixas de texto de cor amarela.

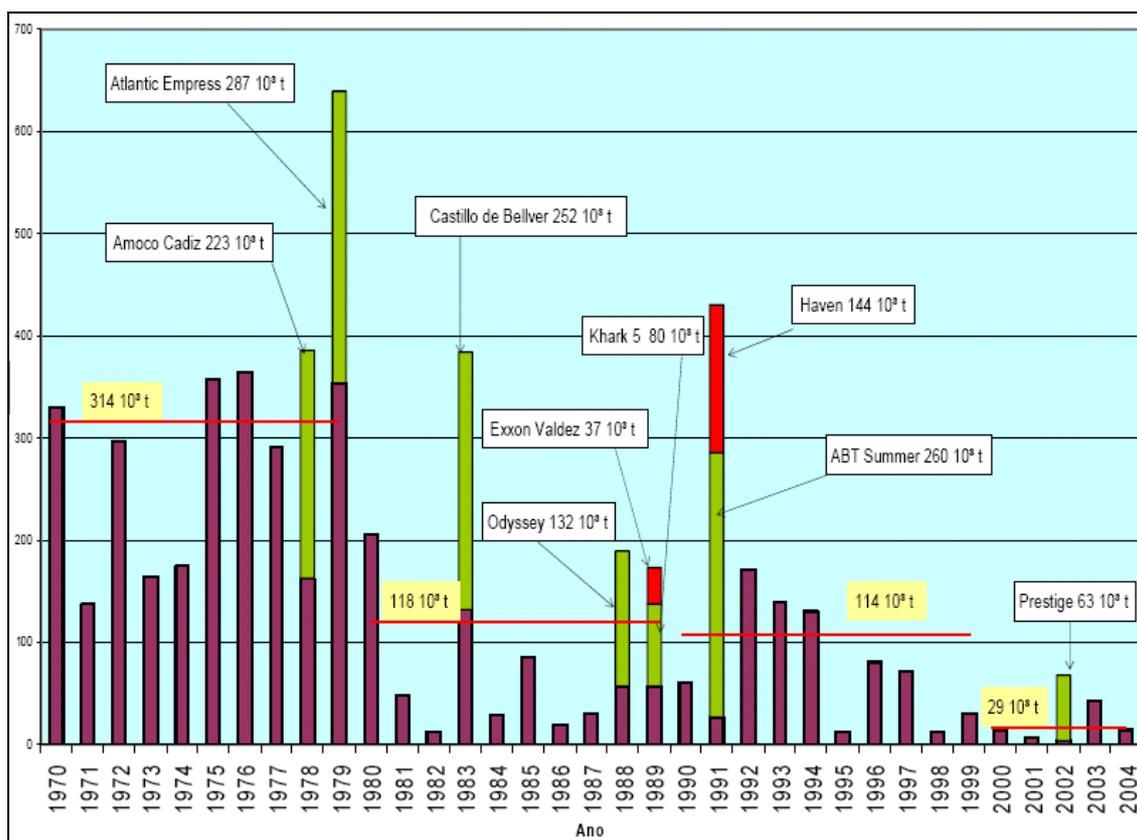


Figura 3.5: Quantidades Anuais Derramadas em Incidentes com Petroleiros Envolvendo Mais de 7 Toneladas

Fonte: ITOPIF (2005) *apud* SOUZA FILHO (2006)

O primeiro derramamento de óleo transportado por grandes petroleiros que despertou a atenção mundial para o enorme potencial de contaminação foi o ocasionado em 1967 pelo encalhe do Torrey Canyon na costa inglesa. O vazamento de 120 mil toneladas de óleo provocou a contaminação de centenas de quilômetros das costas inglesa e francesa e a morte de milhares de aves (NOAA, 1992 *apud* SOUZA FILHO, 2006).

Em fevereiro de 1970, o encalhe do navio-tanque Arrow, na costa canadense, levou ao derramamento de cerca de 12 milhões de litros de óleo tipo C, provocando a contaminação de aproximadamente 300 km das margens da Baía de Chedabucto (NOAA, 1992) e afetando severamente a fauna local (SOUZA FILHO, 2006).

Em 1978, o navio-tanque Amoco Cadiz encalhou a 6 km da costa da Bretanha, na França, derramando toda a sua carga, composta de 259 milhões de litros de petróleo cru e óleo tipo C. Esse acidente contaminou 320 km de praias, provocou a morte de moluscos, crustáceos, peixes e pássaros e foi o primeiro derramamento a contaminar estuários regidos pela dinâmica de marés (NOAA, 1992). Só foi superado em volume pelos incidentes com o Atlantic Empress (330.000 m³), ABT Summer (302.000 m³) e Castillo de Bellver (292.000 m³). Esse incidente levou a França a revisar completamente as práticas adotadas e estabelecer, ainda em 1978, um novo plano de contingência para derramamentos de óleo no mar (POLMAR – *Plan d’Intervention en Cas de Pollution Accidentelle des Milieux Marins*) (LE CEDRE, 2004) (SOUZA FILHO, 2006).

A Tabela 3.3 relaciona, em ordem decrescente, os sete maiores derramamentos de óleo por navios, desde 1967.

Tabela 3.3: Grandes Derramamentos de Óleo Provenientes de Acidentes com Navios
Desde 1967

Navio	Data	Local	Quantidade Derramada (10 ³ m ³ ; 10 ³ t)
Atlantic Empress	19.7.1979	30 km NE de Trinidad e Tobago	333/287
ABT Summer	28.5.1991	1.300 km de Angola	302/260
Castillo de Belver	6.8.1983	75 km NW da Cidade do Cabo, África do Sul	293/252
Amoco Cadiz	16.3.1978	Portsall, Bretanha, França	259/223
Haven	11.4.1991	Porto de Voltri, 9 km a W de Gênova, Itália	167/144
Odyssey	10.11.1988	1.300 km a NE DA Nova Escócia, Canadá	153/132
Torrey Canyon	18.3.1967	Ilhas Scilly, Reino Unido	138/119

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

O aprimoramento das medidas de prevenção da contaminação proveniente de operações de rotina de embarcações levou a uma sensível diminuição da poluição provocada por essas fontes e acredita-se que ajudou a diminuir a ocorrência de incidentes de derramamentos (SOUZA FILHO, 2006).

Algumas das modificações introduzidas para evitar a poluição previam a adoção de: tanques de lastro segregado; sistema de lavagem de tanques com óleo cru; tanques de carga e resíduos dotados de sistema de gás inerte; instalação de operação de separadores água-óleo; sistema de monitoramento contínuo de descarga de águas oleosas; e criação de áreas onde nenhuma descarga é permitida, com implementação conjugada com a existência, em portos e terminais, de instalações para recebimento e tratamento de água de lastro contaminada e resíduos oleosos. A partir de 1993, foi exigido que navios petroleiros com tonelagem bruta superior a 150 e outros navios com tonelagem bruta superior a 400 tivessem um “plano de bordo para emergência de poluição por óleo – SOPEP – *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan*”; que os navios-tanque fossem construídos com casco duplo; e estabelecido calendário para a adequação dos navios existentes e para a retirada de operação daqueles que não poderiam ser adequados. Emendas à MARPOL, de 2001, fixaram novo prazo para retirada de

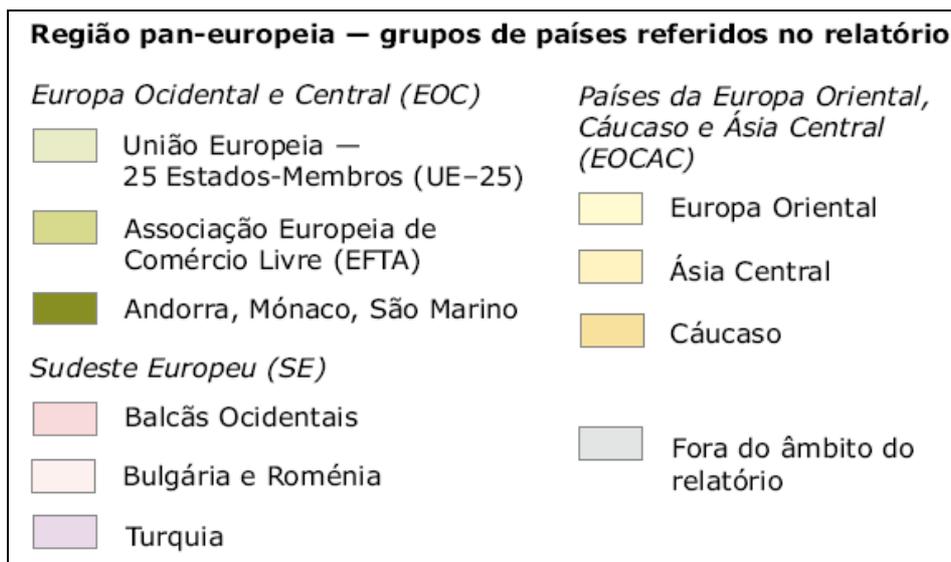


Figura 3.6: Países Abordados na Agência Europeia do Ambiente (Continuação)

Fonte: AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE (2007)

Segundo a Agência Europeia do Ambiente (2007), o comportamento dos derrames acidentais de petróleo em mares europeus é representado de acordo com a Figura 3.7.

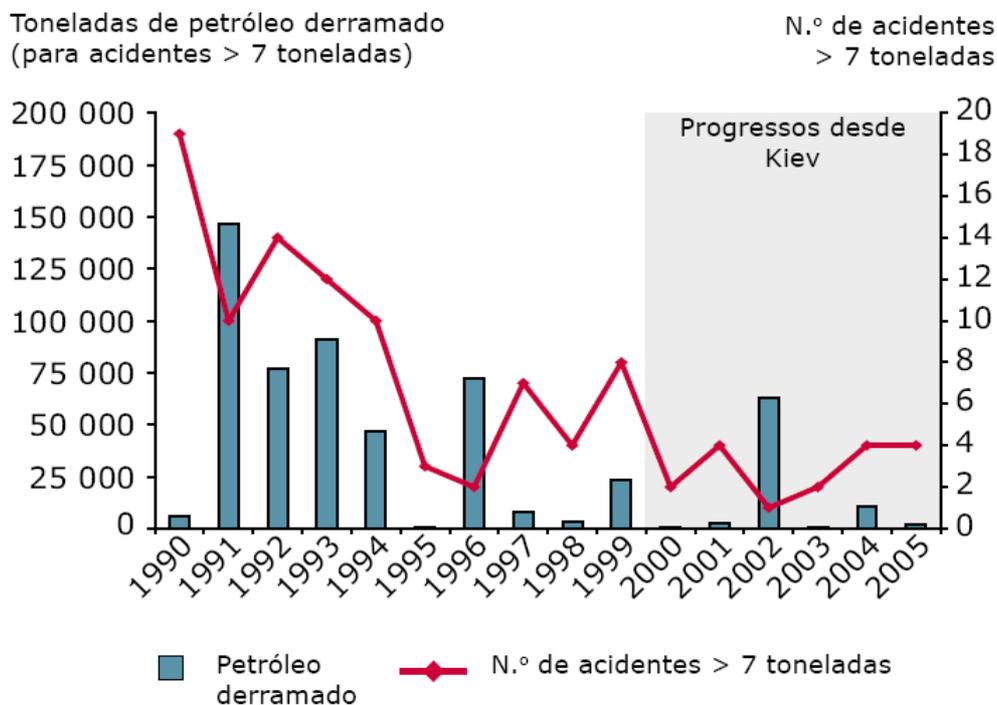


Figura 3.7: Derrames Acidentais de Petróleo em Mares Europeus

Fonte: AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE (2007)

A Agência Europeia do Ambiente elaborou uma série de avaliações do ambiente na região pan-europeia que visam a fornecer informações relevantes e atualizadas sobre as interações entre o ambiente e a sociedade.

A primeira avaliação global da situação do ambiente na região pan-europeia foi apresentada em Sófia (capital da Bulgária), em 1995. A segunda e a terceira avaliações foram apresentadas, respectivamente, nas conferências ministeriais de Aarhus (Município da Dinamarca), em 1998, e de Kiev (capital da Ucrânia) em 2003.

O relatório (AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE, 2007) consiste no quarto relatório da série. Sempre que possível, são avaliados os progressos alcançados, sobretudo em face dos objetivos do Sexto Programa de Ação Ambiental para os países da Europa Oriental, do Cáucaso e da Ásia Central.

Já a organização europeia CONCAWE, abreviação de **CON**servation of Clean Air and Water in Europe, que reúne várias companhias de petróleo, desenvolveu um estudo estatístico compreendendo um período de 30 anos (1971 a 2000), intitulado “Western european cross-country oil pipelines 30 – year performance statistics”.

No relatório do CONCAWE, envolvendo o transporte apenas de petróleo e derivados, relacionados com informações de 21 países da Europa Ocidental, em dutos de comprimento superior a 2 km de extensão, excluindo sistemas submarinos, foram registrados 379 casos nesse período, com volumes vazados de no mínimo 1 m³ (CETESB, 2008).

O número de linhas e os volumes transportados aumentaram sensivelmente nos 30 anos observados. Em 1971, foram movimentados 310×10^6 m³ praticamente só de petróleo cru e, em 2000, foram 672×10^6 m³, sendo 444×10^6 m³ de crus e 228×10^6 m³ de derivados (CETESB, 2008).

O número de ocorrências apresenta várias oscilações nesse período. Entre as décadas de 1970 e início dos anos 1990, a média máxima de registros foi de 15 a 21 por ano, e de 1992 até 2000, a redução é significativa, chegando ao número de 6 por ano (CETESB, 2008).

Quanto às causas dos vazamentos, os motivados pela ação de terceiros foram predominantes e por corrosão em segundo lugar.

Tabela 3.4: Causas de Vazamento Registradas pela CONCAWE

Causas	Quantidade Total: 379	Porcentagem
Ação de terceiros	132	35%
Corrosão	110	29%
Falha mecânica	91	24%
Falha operacional	29	8%
Ação da natureza	14	4%

Fonte: CETESB (2008)

3.4. Experiência na América do Norte

As condições brasileiras se assemelham mais às condições americanas do que às europeias, visto que o Brasil, como os Estados Unidos, é composto por diversos Estados e a Europa, por diversos países. Diante disso, deu-se uma maior ênfase nas literaturas técnicas norte-americanas do que nas europeias.

Na década de 1970, pesquisadores começaram a perceber que uma quantidade significativa de poluentes tinha sido descarregada em águas marítimas em toda parte do mundo, porém pouquíssimos dados quantitativos dessas descargas estavam disponíveis. Percebendo o potencial de perigo, o *National Research Council* – NRC (Conselho Nacional de Pesquisa) organizou um seminário, em 1973, e trouxe um conjunto de pesquisadores de várias áreas do conhecimento para tratar do problema da descarga de hidrocarboneto de petróleo no ambiente marítimo. Esse seminário culminou em um relatório em 1975 intitulado *Petroleum in the marine environment*. Um dos grandes achados desse relatório foi o reconhecimento da ausência de dados sistemáticos de descargas de hidrocarboneto de petróleo. O relatório, faltando dados quantitativos significantes, foi baseado em estimativas. Embora faltando dados quantitativos, ele gerou considerável interesse e foi bem recebido pelas indústrias, agências governamentais, e pesquisadores. Dez anos mais tarde, a *U.S. Coast Guard* pediu que o *Ocean Sciences Board* do NRC atualizasse o relatório, usando dados que tinham sido adquiridos nos 10 anos anteriores. Quarenta e seis especialistas foram convidados a

preparar o resumo das informações em todos os aspectos das descargas de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marítimo e avaliar o destino e os efeitos dessas descargas. O documento resultante, intitulado *Oil in the sea: inputs, fates and effects* foi publicado em 1985. Ele serviu como uma publicação seminal documentando a poluição de petróleo no mundo.

Reconhecendo a necessidade de examinar periodicamente a natureza e o efeito das emissões de petróleo no ambiente, diferentes governos solicitaram uma série de estudos sobre o problema durante as últimas décadas. Nos Estados Unidos, organismos do Governo Federal se voltaram para o NRC em diversas oportunidades para analisar a questão. Um dos estudos desse tipo mais citados foi concluído em 1985, com o título *Oil in the sea: inputs, fates, and effects*. O relatório subsequente foi inicialmente solicitado pelo *Minerals Management Service* (Estados Unidos) em 1998. Foi obtido apoio financeiro do *Minerals Management Service*, da *U.S. Geological Survey*, do *Department of Energy*, da *Environmental Protection Agency*, da *National Oceanic and Atmospheric Administration*, da *U.S. Coast Guard*, da *U.S. Navy*, do *American Petroleum Institute* e da *National Ocean Industries Association*. Apesar de originalmente idealizado como uma atualização do relatório de 1985, o NAS (2003) vai muito além daquela iniciativa em termos da metodologia claramente proposta para determinar as estimativas da presença de petróleo no ambiente marinho. Além disso, a variabilidade geográfica e temporal desses lançamentos e o seu significado em termos do efeito sobre o ambiente marinho são mais plenamente explorados. Da mesma forma que o relatório de 1985, o NAS (2003) engloba aspectos teóricos sobre o destino e efeito do petróleo no ambiente marinho. Tais evoluções foram muito beneficiadas pela existência de bases de dados mais sistemáticas e extensos estudos de campo e de laboratório realizados desde o começo da década de 1980, trabalho esse principalmente estimulado pelo derramamento do *Exxon Valdez* no estreito Prince William, no Estado do Alasca.

3.4.1. Petróleo no Mar

Um exame abrangente da quantidade, destinos e efeitos dos hidrocarbonetos do petróleo sobre o ambiente marinho é uma grande empreitada. Os lançamentos de

petróleo no ambiente marinho podem ocorrer em uma variedade de formas e magnitudes e o seu impacto varia muito, visto que cada lançamento abrange uma combinação única de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

O petróleo que chega ao ambiente marinho através de derramamentos ou lançamentos crônicos, tais como os resíduos urbanos, acaba sendo decomposto ou removido do ambiente por processos naturais ou diluído a níveis abaixo de concentrações preocupantes até mesmo para os mais conservadores. Contudo, a partir do momento que o material chega ao ambiente até ser removido ou suficientemente diluído, ele representa uma ameaça ao ambiente. A magnitude dessa ameaça varia muito conforme o tamanho, a composição, a localização e o momento em que o lançamento ocorre, suas interações com os diferentes processos que afetam o material depois que ele foi lançado e a sensibilidade dos organismos expostos.

Estimativas regionais ou mundiais do petróleo lançado no ambiente são, portanto, úteis apenas como uma primeira aproximação da atenção que merece ser dispensada à questão. Fontes de lançamentos grandes e frequentes foram reconhecidas como áreas onde deveriam ser concentrados esforços para reduzir a poluição causada pelo petróleo, apesar do fato de nem todo derramamento de igual magnitude ter o mesmo impacto ambiental.

Além disso, a tentativa de repetir o cálculo de estimativas da poluição causada pelo petróleo proporciona uma medida do desempenho dos esforços de prevenção nesse sentido. O NAS (2003), da mesma forma que o NRC (1975) e o NRC (1985), tenta esboçar uma ideia das principais fontes de petróleo derramado no ambiente marinho e se essas fontes ou o volume por elas introduzido sofreram alterações com o tempo.

Para atingir essa meta, o NAS (2003) considerou as abordagens usadas em iniciativas anteriores e decidiu desenvolver novas técnicas baseadas em dados mais completos ou conhecimento ampliado. Os valores relatados no estudo, salvo aqueles especificamente atribuídos a outros trabalhos, são, portanto, estimativas geradas utilizando diversas técnicas. Além disso, um esforço considerável foi feito para chegar a conclusões mais gerais sobre o tipo de informação disponível, ou aquelas que precisam vir a ser levantadas, para ir além das próprias estimativas e passar à discussão sobre a

relevância do lançamento de petróleo no que tange ao impacto ambiental. A natureza crítica do problema não sofreu alterações significativas desde 1985, porém alguns avanços foram feitos, especialmente no que se refere à compreensão do padrão de lançamento de petróleo nas águas da América do Norte e ao entendimento de como o petróleo pode influenciar o ambiente.

Segundo GESAMP (1993) *apud* NAS (2003), os lançamentos estimados oriundos de navios petroleiros em 1981 e 1989 foram de 1,47 milhão e 0,57 milhão de toneladas, respectivamente. As principais fontes identificadas relacionadas aos petroleiros foram: acidentes com petroleiros, descarga de óleo dos porões e combustível, atracação em seco e raspagem de embarcações.

Uma análise dos relatórios de várias fontes diferentes, inclusive da indústria, governo e fontes acadêmicas, indica que, apesar de as fontes de petróleo no mar serem diversas, elas podem ser classificadas de forma eficaz em quatro grandes grupos (NAS, 2003): exsudação natural, extração, transporte e consumo.

Exsudação natural é um fenômeno puramente natural, que ocorre quando o petróleo se infiltra de um estrato geológico abaixo do solo marinho para uma coluna de água sobrejacente. Reconhecidas durante décadas pelos geólogos como uma indicação da existência de reservas de petróleo com potencial econômico, essas infiltrações despejam grandes quantidades de petróleo anualmente. Contudo, esses grandes volumes são despejados a uma velocidade suficientemente baixa e permitem ao ecossistema circundante se readaptar e até se nutrir da sua presença.

A extração pode resultar em despejos, tanto de petróleo quanto de derivados, como consequência das atividades humanas associadas às iniciativas de exploração e produção de petróleo. A natureza e a magnitude desses lançamentos é altamente variável, porém ficam restritos às áreas onde há exploração ativa de petróleo e gás e seus desenvolvimentos.

O transporte de petróleo pode produzir lançamentos de magnitudes muito variáveis, desde grandes derramamentos associados a acidentes com petroleiros, tais

como o *Exxon Valdez*, a lançamentos operacionais relativamente pequenos que ocorrem regularmente.

Já o consumo de petróleo pode resultar em lançamentos tão variáveis quanto as atividades que consomem petróleo. Contudo, esses lançamentos tipicamente pequenos, porém frequentes e disseminados, contribuem para a maioria esmagadora de petróleo que chega ao mar e oriundo da atividade humana.

Com base na análise dos dados de uma grande variedade de fontes, essas quatro categorias de fontes somam a cada ano, em média, 260 mil toneladas (cerca de 76 milhões de galões) de petróleo das águas que circundam a América do Norte. As estimativas anuais globais de lançamento de petróleo no mar superam 1,3 milhão de toneladas (cerca de 380 milhões de galões). Apesar de serem números impressionantes, é difícil interpretar seu significado ecológico, uma vez que representam milhares ou dezenas de milhares de lançamentos individuais, cujo efeito combinado para o ambiente é difícil de definir claramente. Estimativas regionais ou mundiais do petróleo lançado no meio ambiente são úteis apenas como uma primeira aproximação da necessidade de atenção a essa questão. Fontes de lançamentos grandes e frequentes foram corretamente reconhecidas como áreas onde deveriam ser concentrados esforços para reduzir a poluição causada pelo petróleo, apesar do fato de que nem todo derramamento de igual magnitude terá o mesmo impacto ambiental. O estudo desenvolvido por NAS (2003), da mesma forma que os relatórios do NRC de 1975 e 1985, tentam esboçar uma ideia das principais fontes de petróleo derramado no ambiente marinho e se essas fontes ou os volumes por elas gerados mudaram ao longo do tempo. Assim, o NAS (2003) não apenas tenta quantificar o volume lançado a cada ano, mas faz um esforço para examinar a distribuição geográfica e a natureza dos lançamentos de petróleo no ambiente marinho, bem como os processos capazes de mitigar ou exacerbar o efeito desses lançamentos no meio ambiente.

3.4.1.1. Exsudação Natural

MENICONI (2007) aborda que a exsudação natural de petróleo (*oil seeps*) é um fenômeno extremamente comum e ocorre em todo o globo terrestre, resultante do escape espontâneo de hidrocarbonetos de uma rocha geradora de petróleo ou acumulado

em reservatórios de subsuperfície, para a superfície emersa ou submersa (MACDONALD *et al.*, 1993; STOUT *et al.*, 2002) (Figura 3.8). As exudações foram responsáveis pelas primeiras descobertas de petróleo em áreas emersas, quando métodos mais sofisticados de exploração não existiam. Quando o escape se dá em área submersa, sua ocorrência na superfície marinha irá depender da vazão de óleo no fundo e do padrão local de circulação oceânica superficial, formando manchas de óleo com feições circulares (logo após atingir a superfície do oceano) e/ou alongadas (após ação dos ventos e correntes superficiais), como pode ser observado na Figura 3.9 (BENTZ, 2006). Na costa da Califórnia, Golfo do Alaska e Golfo do México a ocorrência de exsudação natural encontra-se amplamente registrada (PAGE *et al.*, 1995; STOUT *et al.*, 2002), constituindo, de forma importante, uma fonte natural de hidrocarbonetos de petróleo na região. No Golfo do México a exsudação é intensa, resultante do escape quase contínuo de quantidades consideráveis de óleo, chegando a representar um problema ambiental (MIRANDA *et al.*, 2002 e 2004).

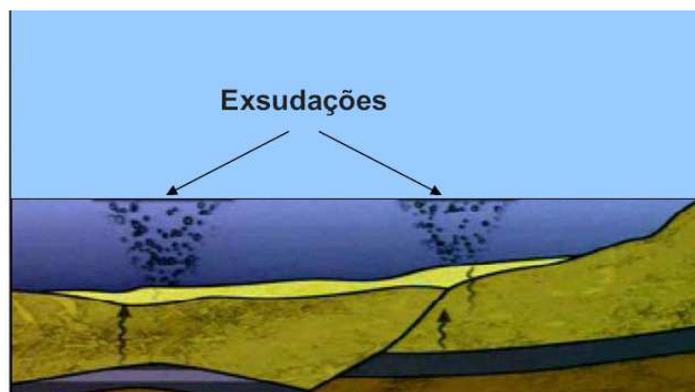


Figura 3.8: Representação de uma Exsudação de Óleo na Superfície do Oceano

Fonte: <<http://www.esa.int>> apud MENICONI (2007)

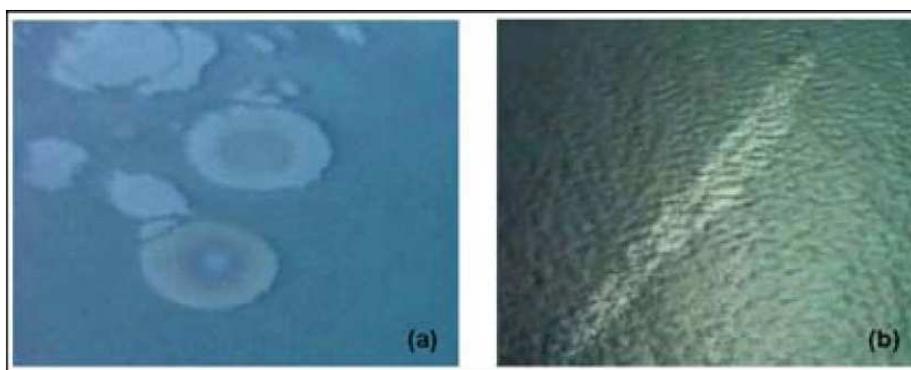


Figura 3.9: Exsudações na Superfície do Oceano (a) Formas Circulares (b) Formas Alongadas

Fonte: <<http://www.esa.int>> apud MENICONI (2007)

A exsudação natural de petróleo cru das formações geológicas abaixo do nível do assoalho marinho para o ambiente marinho, a partir da América do Norte, estima-se que supere 160 mil toneladas (47 milhões de galões), e, globalmente, 600 mil toneladas (180 milhões de galões), a cada ano. Portanto, os processos naturais são responsáveis por mais de 60% do petróleo derramado nas águas norte-americanas e por mais de 45% do petróleo que penetra o ambiente marinho no mundo (NAS, 2003).

As atividades de extração de petróleo e gás geralmente se encontram concentradas nas regiões onde as infiltrações se formam. Historicamente, as manchas de óleo de infiltrações de petróleo foram atribuídas a lançamentos de plataformas de petróleo e gás. Na América do Norte, as maiores e mais famosas infiltrações naturais parecem estar restritas ao Golfo do México e às águas próximas à costa sul da Califórnia, regiões que também apresentam produção intensa de petróleo e gás. A infiltração de petróleo cru para o ambiente tende a ocorrer esporadicamente em baixa proporção.

Segundo a concepção de NAS (2003), no que tange à inteiração dos organismos federais em relação aos derramamentos, fazem-se os seguintes apontamentos: USGS, MMS e NOAA devem colaborar para o desenvolvimento de técnicas mais precisas para estimar essas infiltrações naturais, especialmente aqueles adjacentes a *habitats* sensíveis. Esse esforço ajudará a distinguir os efeitos do petróleo lançado por processos naturais daquele lançado pelas atividades antropogênicas. Além disso, as áreas circundantes às infiltrações naturais são laboratórios naturais extremamente importantes para compreender o comportamento do petróleo cru sobre o ambiente marinho, bem como para verificar de que forma a vida marinha responde à introdução do petróleo. Organismos federais dos Estados Unidos, particularmente USGS, MMS e NOAA devem colaborar para o desenvolvimento e a implementação de um programa para entender o destino que terá o petróleo lançado pelas infiltrações naturais e a resposta ecológica a esses lançamentos naturais.

3.4.1.2. Extração

Estima-se que as atividades associadas à exploração ou produção de petróleo e gás, em média, introduzam 3 mil toneladas (880 mil galões) de petróleo nas águas norte-

americanas e 38 mil toneladas (11 milhões de galões) em todo o mundo a cada ano (NAS, 2003).

Lançamentos devidos a essas atividades, portanto, representam aproximadamente 3% do total de lançamento de petróleo derivado de atividades antropogênicas nas águas da América do Norte e 5% no mundo (NAS, 2003).

Apesar de superadas por outras fontes de petróleo lançado no ambiente marinho, essas emissões não são triviais, visto que podem ocorrer na forma de grandes derramamentos ou lançamentos lentos e crônicos, concentrados nos campos de produção. Além disso, esses lançamentos oriundos das atividades de extração petrolífera que ocorrem próximos à costa ou na própria região costeira representam riscos significativos a ambientes costeiros sensíveis. Uma vez mais, esses lançamentos estão concentrados em áreas de produção petrolífera no Golfo do México e nas águas próximas à costa sul da Califórnia, norte do Alaska e leste do Canadá. Lançamentos de extrações de petróleo e gás podem incluir derramamentos acidentais de petróleo cru resultantes de *blow-outs*, derramamentos superficiais de petróleo cru das plataformas, ou lançamentos lentos e crônicos associados ao descarte de água produzida nas formações produtoras de petróleo e gás durante a extração (denominada água produzida) ou cortes lançadores de petróleo criados durante o processo de perfuração.

Os componentes orgânicos voláteis (cujas sigla em inglês é VOC – *Volatile Organic Compound*), geralmente associados ou dissolvidos no petróleo, são liberados durante a atividade de extração e também contribuem para a carga total de hidrocarbonetos lançada no mar. Contudo, esses compostos rapidamente se volatilizam na atmosfera e assim parecem ter pouco tempo de residência nas águas marinhas. Apesar da redução recente e significativa da quantidade de petróleo lançada durante as atividades de extração, o potencial para um derramamento significativo, especialmente nos campos de produção mais antigos, com o envelhecimento das infraestruturas, não pode ser ignorado. A ameaça que representa um derramamento, mesmo que pequeno, em uma área sensível, permanece significativa.

Segundo a concepção de NAS (2003), no que tange à interação dos organismos federais em relação aos derramamentos, fizeram-se os seguintes apontamentos: MMS

deve continuar a trabalhar com as autoridades ambientais e a indústria para ampliar os esforços de promoção de técnicas de extração que minimizem escapes acidentais ou intencionais de petróleo no meio ambiente. Além disso, da mesma forma que as áreas próximas às infiltrações, os campos produtivos representam oportunidades únicas de estudar a resposta ecológica a lançamentos lentos, porém crônicos, de pequenas quantidades de petróleo ao longo do tempo. Organismos federais dos Estados Unidos, particularmente USGS, MMS e NOAA, devem colaborar com a indústria e a comunidade acadêmica para o desenvolvimento e a implementação de um programa que permita entender a resposta ecológica a esses lançamentos relacionados à extração como parte de um esforço maior para compreender o impacto que os lançamentos crônicos de todas as fontes de petróleo têm sobre o ambiente marinho.

3.4.1.3. Transporte

O transporte (inclusive as atividades de refino e distribuição) de petróleo cru ou produtos refinados gera lançamentos estimados, em média, de 9.100 toneladas (2,7 milhões de galões) de petróleo nas águas norte-americanas e de 150 mil toneladas (44 milhões de galões) em todo o mundo a cada ano (NAS, 2003).

Os lançamentos causados pelo transporte de petróleo, portanto, representam cerca de 9% do total de lançamento de petróleo gerado por atividades antropogênicas nas águas da América do Norte e menos de 22% no mundo (NAS, 2003).

De forma semelhante aos lançamentos derivados da extração de petróleo, esses volumes são superados por outras fontes de petróleo no ambiente marinho. E, assim como os lançamentos advindos de atividades de extração, eles não são triviais, visto que ocorrem na forma de grandes derramamentos. Diferentemente dos lançamentos associados à extração, que tendem a se concentrar nos campos produtores do Golfo do México ou na costa da Califórnia e do Alasca, esses derramamentos podem ocorrer, estatisticamente, em qualquer região para onde viajam os petroleiros ou onde existam oleodutos.

As áreas próximas às instalações petrolíferas de grande porte enfrentam uma ameaça ainda maior. Os derramamentos causados pelas atividades de transporte podem

lançar uma grande variedade de derivados de petróleo (não apenas o petróleo cru), cada um com um comportamento diferente no ambiente (por exemplo, os destilados leves tendem a evaporar rapidamente), ou conter concentrações diferentes de compostos tóxicos, como os PAHs. Os VOCs também são lançados pelos petroleiros em curso ou envolvidos em atividades de carga e descarga e contribuem para a carga total de hidrocarbonetos despejados no mar. Mais uma vez, esses compostos se volatilizam rapidamente na atmosfera e assim parecem ter pouco tempo de residência nas águas marinhas. Apesar das reduções recentes e substantivas na magnitude e frequência dos derramamentos de petróleo causados por petroleiros, o potencial para grandes derramamentos é significativo, especialmente nas regiões sem procedimentos de segurança nem práticas de inspeção marítima rigorosas. Além disso, espera-se um crescimento do trânsito de petroleiros nas próximas décadas.

Segundo a concepção de NAS (2003) no que diz respeito à inteiração dos organismos federais em relação aos derramamentos, fazem-se os seguintes apontamentos: *U.S. Coast Guard* e *Maritime Administration* devem ampliar seus esforços para trabalhar com os armadores, nacional e internacionalmente, através da *International Maritime Organization* para desenvolver e fazer cumprir efetivamente normas internacionais que contribuíssem para a redução dos derramamentos e descargas operacionais. Além disso, o potencial de grandes derramamentos devido ao envelhecimento dos oleodutos e outras instalações costeiras é especialmente preocupante, visto que essas instalações geralmente estão localizadas em áreas costeiras. Organismos federais, especialmente *U.S. Coast Guard*, *Office of Pipeline Safety* e o órgão ambiental norte-americano EPA – *Environmental Protection Agency*, devem continuar trabalhando com autoridades ambientais e a indústria com o fim de avaliar a ameaça representada pelo envelhecimento dos oleodutos e tomar medidas para minimizar a potencial de ocorrência de um derramamento significativo.

3.4.1.4. Consumo

Os lançamentos podem ocorrer durante o consumo de petróleo – seja por automóveis particulares ou armadores de embarcações, embarcações não petroleiras, ou resíduos de áreas urbanas cada vez mais pavimentadas – e contribuem para a maior parte do petróleo introduzido no meio ambiente através das atividades humanas.

Em média, estima-se que 84 mil toneladas (25 milhões de galões) de petróleo sejam despejadas nas águas da América do Norte e 480 mil toneladas (140 milhões de galões) sejam despejadas no mundo a cada ano por essas fontes difusas (NAS, 2003).

Portanto, os lançamentos associados ao consumo de petróleo constituem quase 70% do petróleo introduzido nos oceanos do mundo por fontes antropogênicas e quase 85% do total de petróleo despejado por fontes antropogênicas nas águas da América do Norte (NAS, 2003).

Diferentemente de outras fontes, tais lançamentos gerados pelo consumo ocorrem quase exclusivamente através de lançamentos lentos e crônicos. Coletivamente, os resíduos terrestres e os motores de dois tempos representam quase três quartos do petróleo introduzido nas águas da América do Norte por atividades associadas ao consumo de petróleo. Isso é particularmente significativo, porque, pela sua própria natureza, essas atividades ficam quase exclusivamente restritas às águas costeiras. Na verdade, os estuários e baías que recebem a maior parte da carga geralmente são os sistemas ecológicos mais sensíveis ao longo da região costeira. Infelizmente, as estimativas das fontes de petróleo baseadas em terra estão mal documentadas e a incerteza associada a essas estimativas chega a várias ordens de grandeza.

Segundo NAS (2003), USGS e NOAA devem colaborar com autoridades estaduais e locais para o desenvolvimento e a implementação de um sistema de monitoramento de petróleo lançado no ambiente marinho a partir de fontes baseadas em terra através dos rios, águas pluviais e instalações de água de esgoto. E organismos federais, especialmente a EPA, devem continuar a envidar esforços para regular e estimular a desativação gradativa de motores de dois tempos antigos e ineficientes, devendo ser estabelecido o cumprimento coordenado da lei.

Os VOCs são lançados durante as atividades de consumo e contribuem para a carga total de hidrocarbonetos despejada no mar. Da mesma forma que os VOCs oriundos de outras fontes, esses compostos rapidamente se volatilizam na atmosfera e assim parecem ter pouco tempo de residência nas águas marinhas.

3.4.2. Cômputo das Fontes de Petróleo no Mar

Os lançamentos de hidrocarbonetos de petróleo nas águas marinhas da América do Norte e do mundo foram computados com base em várias bases de dados para diversas grandes categorias.

Três atividades – extração, transporte e consumo – são as principais fontes de contaminação antropogênica de hidrocarbonetos do petróleo no mar. Cada uma delas representa um risco de lançamento de petróleo, e à medida que quantidades maiores de hidrocarbonetos do petróleo são importadas para as águas da América do Norte, o risco aumenta.

As categorias estão listadas na Tabela 3.5. A Tabela 3.5 e a Figura 3.10 resumem as fontes e os lançamentos nas águas da América do Norte e no mundo. A Tabela 3.6 resume as conclusões sobre a intercomparabilidade dos dados, métodos e premissas usadas para desenvolver essas estimativas com aquelas relatadas no NRC em 1985, e a relevância, se houver, pode ser atrelada a alterações nessas estimativas.

Tabela 3.5: Lançamentos Anuais Médios (1990-1999) de Petróleo por Fonte (em Milhares de Toneladas)

	América do Norte ^a				Mundo		
	Estimativa Melhor	Regiões ^b	Mín.	Máx.	Estimativa Melhor	Mín.	Máx.
Infiltrações Naturais	160	160	80	240	600	200	2000
Extração de Petróleo	3,0	3,0	2,3	4,3	38	20	62
Plataformas	0,16	0,15	0,15	0,18	0,86	0,29	1,4
Deposição atmosférica	0,12	0,12	0,07	0,45	1,3	0,38	2,6
Água produzida	2,7	2,7	2,1	3,7	36	19	58
Transporte de Petróleo	9,1	7,4	7,4	11	150	120	260
Derramamento de oleodutos	1,9	1,7	1,7	2,1	12	6,1	37
Derramamento de petroleiros	5,3	4,0	4,0	6,4	100	93	130
Descargas operacionais (lavagem dos porões)	na ^c	na	na	na	36	18	72
Derramamento de instalações costeiras	1,9	1,7	1,7	2,2	4,9	2,4	15
Deposição atmosférica	0,01	0,01	traço ^d	0,02	0,4	0,2	1
Consumo de Petróleo	84	83	19	2000	480	130	6000
Terrestre (rios e resíduos)	54	54	2,6	1900	140	6,8	5000
Embarcação marítima de lazer	5,6	5,6	2,2	9	nd ^e	nd	nd
Derramamentos (embarcações não petroleiras)	1,2	0,91	1,1	1,4	7,1	6,5	8,8
Descargas operacionais (embarcações ≥ 100 GT)	0,10	0,10	0,03	0,30	270	90	810
Descargas operacionais (embarcações < 100 GT)	0,12	0,12	0,03	0,30	nd ^f	nd	nd
Deposição atmosférica	21	21	9,1	81	52	23	200
Alijamento de combustível de aviação	1,5	1,5	1,0	4,4	7,5	5,0	22
Total	260	250	110	2300	1300	470	8300

Fonte: NAS (2003)

^a Os números são registrados com no máximo dois dígitos significativos.

^b "Regiões" se refere a 17 zonas ou regiões das águas da América do Norte para as quais foram preparadas as estimativas.

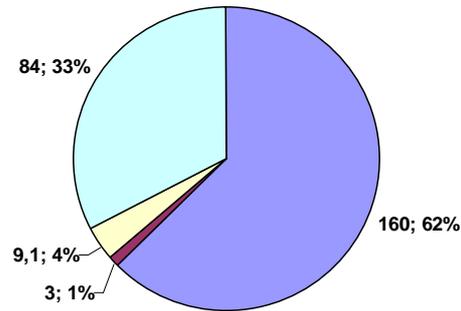
^c A lavagem dos porões não é permitida nas águas americanas, porém não há restrições para sua realização em águas internacionais. Assim, partiu-se do princípio de que essa prática não ocorre em águas americanas.

^d Cargas estimadas abaixo de 10 toneladas por ano aparecem registradas como "traço".

^e As populações mundiais de embarcações de lazer não estão disponíveis.

^f Não foram encontrados dados suficientes disponíveis para calcular estimativas para essa classe de embarcações.

Águas Marinhas Norte-americanas



Águas Marinhas Mundiais

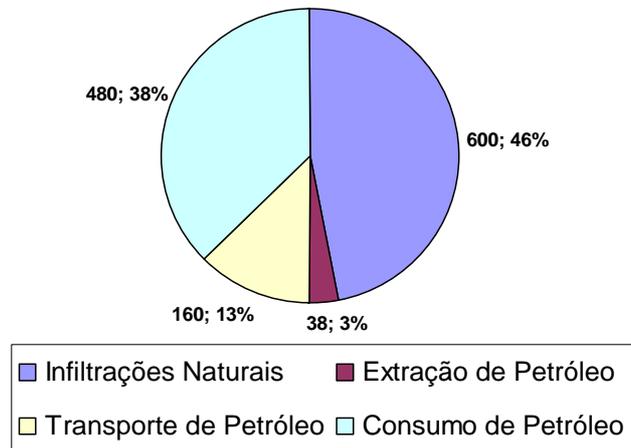


Figura 3.10: Contribuição Relativa de Lançamentos Anuais Médios (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (em Quilo-toneladas) de Infiltrações Naturais e Atividades Associadas à Extração, Transporte e Consumo de Petróleo Cru ou Produtos Refinados no Ambiente Marinho

Fonte: NAS (2003)

Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003)

NAS (2003)	NRC (1985)	Comparabilidade	Significância da Alteração na Estimativa
Infiltrações Naturais	Infiltrações marinhas	As alterações nos métodos, dados e premissas foram significativas, porém, <i>grosso modo</i> , as comparações permanecem válidas	As infiltrações naturais são uma fonte significativa em ambos os relatórios
	Erosão sedimentar	Diferenças nas abordagens das cargas de origem terrestre não permitem realizar comparações diretas	Ambos os relatórios apontam que tanto em escala mundial quanto continental, a carga das rochas matrizes erodidas é superada pelas infiltrações naturais ou cargas antropogênicas de origem terrestre. Assim, essas fontes podem ter significado local em áreas onde as infiltrações ou cargas antropogênicas estiverem basicamente ausentes
Extração de Petróleo			
Plataformas	Produção <i>offshore</i>	Alterações no agrupamento das subcategorias impossibilitam comparações diretas com o estudo de 1985	—
	Plataformas e oleodutos	Ambos os estudos usaram bases de dados nacionais para chegar à estimativa encontrada. Contudo, o relatório de 1985 combinou derramamentos de oleodutos e plataformas. Assim, a soma das estimativas dessas duas fontes no estudo atual permite uma comparação válida de dois valores significativos	A redução da estimativa mundial de 40 mil toneladas por ano para 13 mil toneladas por ano é significativa e acredita-se que reflete mudanças nas práticas industriais, principalmente nas áreas onde uma legislação mais rigorosa foi implementada

Fonte: NAS (2003)

Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003) (continuação)

NAS (2003)	NRC (1985)	Comparabilidade	Significância da Alteração na Estimativa
Extração de Petróleo			
Águas produzidas	Descargas operacionais (água produzida)	A abordagem básica foi semelhante, porém a diferença mais significativa se encontra na forma de determinação do volume de água produzida. Em 1985, a água produzida foi determinada como uma fração da produção de petróleo. O estudo de 2003 usou os dados registrados de volume de água produzida para a América do Norte e Mar do Norte e extrapolações para a produção mundial. O teor de petróleo foi também baseado em medições reais registradas na América do Norte e Mar do Norte	O aumento de aproximadamente 10 mil toneladas por ano para 36 mil toneladas por ano é relevante e reflete principalmente um aumento da quantidade de água produzida, devido ao amadurecimento dos campos petrolíferos produtivos, mas também está relacionado ao aumento da produção <i>offshore</i>
Deposição atmosférica		Não contabilizada no estudo de 1985	O pequeno valor calculado pelo estudo de 2003 sugere que os lançamentos são significativos somente em termos do seu impacto sobre a qualidade do ar local
Transporte de Petróleo	Transporte	Alterações no agrupamento das subcategorias impossibilitam comparações diretas com o estudo de 1985. A combinação das estimativas para as categorias relevantes (operações de petroleiros, atracação em seco, terminais marinhos, óleo dos porões e combustível, acidentes com petroleiros, acidentes com embarcações não petroleiras) no atual estudo permite realizar comparações válidas entre dois valores significativos	A redução de 1,5 milhão de toneladas para 420 mil toneladas é relevante e reflete medidas substanciais tomadas para reduzir a incidência de derramamentos relacionados ao transporte e descargas operacionais em todo o mundo
Derramamentos de oleodutos		Incluídos com as plataformas no estudo de 1985	–

Fonte: NAS (2003)

Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003) (continuação)

NAS (2003)	NRC (1985)	Comparabilidade	Significância da Alteração na Estimativa
Transporte de Petróleo			
Derramamentos (petroleiros)	Acidentes com petroleiros	Ambos os estudos usaram bases de dados internacionais para chegar às estimativas encontradas. Dessa forma, os resultados, <i>grosso modo</i> , permitem comparar dois valores significativos	A redução de 700 mil toneladas por ano para 100 mil toneladas é significativa e reflete medidas substanciais tomadas para reduzir a incidência de derramamentos relacionados ao transporte em nível mundial
Descargas operacionais (óleo dos porões)	Operações de petroleiros	A diferença de qualidade dos dados, bem como alterações na metodologia fazem com que as comparações tenham pouco valor	–
Derramamentos de instalações costeiras	Atracação em seco	Ambos os estudos usaram bases de dados internacionais para chegar às estimativas encontradas. Contudo, a natureza e o tipo das instalações incluídas conferem valor limitado às comparações	–
	Terminais marinhos	Agrupados com atracação em seco e refinarias no estudo de 2003	–
	Refinarias	Agrupados com atracação em seco e refinarias no estudo de 2003	–
Deposição atmosférica (petroleiro de VOC)		Não contabilizado no estudo de 1985	O pequeno valor calculado pelo estudo de 2003 sugere que os lançamentos são significativos somente em termos do seu impacto sobre a qualidade do ar local
Consumo de Petróleo		Alterações no agrupamento das subcategorias impossibilitam comparações diretas com o estudo de 1985	–

Fonte: NAS (2003)

Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003) (continuação)

NAS (2003)	NRC (1985)	Comparabilidade	Significância da Alteração na Estimativa
Consumo de Petróleo			
Terrestre (fluvial e resíduos)	Resíduos municipais e industriais	Diferenças significativas na qualidade dos dados, premissas e metodologia inviabilizam comparações	Os valores elevados sugeridos em ambos os estudos, apesar de não serem diretamente comparáveis, sugerem que as fontes terrestres de poluição por petróleo nos ambientes costeiros merecem atenção considerável em escalas variadas
	Resíduos municipais	Agrupados com todas as fontes terrestres em NAS, 2003	–
	Resíduos industriais não oriundos do refino	Agrupados com todas as fontes terrestres em NAS, 2003	–
	Resíduos urbanos	Agrupados com todas as fontes terrestres em NAS, 2003	–
	Resíduos fluviais	Agrupados com todas as fontes terrestres em NAS, 2003	–
Embarcações marítimas de lazer		Não contabilizado no estudo de 1985	O valor elevado calculado em NAS, 2003, sugere que esta talvez seja uma fonte importante de poluição por petróleo, especialmente considerando a sensibilidade ambiental das áreas costeiras, onde a maior parte dessas embarcações costuma operar
Derramamentos (embarcações comerciais ≥ 100 GT)	Acidentes com embarcações não petroleiras	Ambos os estudos usaram bases de dados internacionais para chegar às estimativas encontradas. Dessa forma, os resultados, <i>grosso modo</i> , permitem comparar dois valores significativos	A redução de 20 mil toneladas por ano para 7.100 toneladas é relevante e reflete medidas substanciais tomadas para reduzir a incidência de derramamentos relacionados ao transporte em nível mundial

Fonte: NAS (2003)

Tabela 3.6: Validade e Significância da Comparação entre Estimativas do NRC (1985) e do NAS (2003) (continuação)

NAS (2003)	NRC (1985)	Comparabilidade	Significância da Alteração na Estimativa
Consumo de Petróleo			
Descargas operacionais (embarcações ≥ 100 GT)	Óleos de porão e combustíveis	As diferenças de dados, premissas e metodologia deixam as comparações com pouco valor	–
Descargas operacionais (embarcações < 100 GT)	O estudo de 1985 não estabeleceu diferenciação com base no tamanho da embarcação	–	–
Deposição atmosférica	Atmosfera	As diferenças de dados, premissas e metodologia conferem pouco valor às comparações	Os valores elevados calculados em ambos os estudos sugerem que este seja um lançamento relevante de petróleo (especialmente de PAH) no ambiente marinho
Alijamento de combustível de aviação		Não contabilizado no estudo de 1985	O valor elevado (7.500 toneladas no mundo) sugere que as aeronaves sejam uma fonte que pode gerar cargas relevantes em escala local
	Despejo de resíduos no oceano	Não contabilizado no estudo de 2003	O despejo de água residual de tratamento/lodo de esgoto no oceano foi proibido nos Estados Unidos e em outras partes do mundo, porém pode ter significado importante quando praticado localmente. No entanto, dada a grande incerteza já associada às estimativas das fontes terrestres (duas ordens de grandeza), o cálculo de cargas adicionais de despejo de lodo para cada região ou no mundo é tido como de valor limitado

Fonte: NAS (2003)

3.4.2.1. Extração

Lançamentos oriundos da extração de petróleo e gás estão restritos às áreas produtoras de petróleo e gás *offshore* e ao longo da costa, particularmente no Golfo do México, Alasca e Canadá. Mais de 90% dos lançamentos das atividades de extração são oriundos das descargas de água produzida, que lançam quantidades baixas, porém contínuas, de componentes dissolvidos e petróleo cru disperso (UTVIK, 1999). Como a diluição e a degradação são mecanismos importantes para reduzir as concentrações de componentes tóxicos na água produzida, a eliminação de descargas costeiras na maior parte das águas da América do Norte reduziu significativamente os potenciais efeitos globais. Descargas semelhantes continuam a ocorrer, contudo, em campos de produção nos países em desenvolvimento.

Os derramamentos (principalmente de petróleo cru) das plataformas representam 5% dos lançamentos totais das atividades de extração. A quantidade de petróleo lançada na zona costeira no litoral canadense, leste do Golfo do México e sudeste do Alasca é notadamente semelhante, variando de 2,2 a 2,5 toneladas por ano. Os derramamentos de petróleo das plataformas nas águas costeiras da Califórnia são muito baixos, da ordem de 0,4 tonelada por ano. A quantidade mais elevada de petróleo derramado de plataformas é do noroeste do Golfo do México, com lançamento nas águas costeiras que chegam a 81 toneladas por ano e representam 92% da quantidade total de petróleo derramado das plataformas nas águas costeiras da América do Norte.

Os derramamentos nas águas estaduais correspondem ao dobro dos oriundos de derramamentos em águas *offshore*. Os derramamentos de plataformas são geralmente pequenos, em média de 3,5 toneladas (1.000 galões), porém derramamentos pequenos podem ter um impacto significativo em determinadas circunstâncias.

As atividades de extração não parecem ser fontes importantes de PAH. Menos de 2% das 5 mil toneladas de PAH que chegam ao ambiente marinho provêm da extração de petróleo. As atividades de extração lançam cerca de 0,07 mil toneladas de PAH nas águas marinhas na América do Norte, sendo 74% associados às descargas de água produzida. A maior parte dos lançamentos remanescentes de PAH resulta das atividades de extração e advêm da deposição atmosférica.

Os lançamentos decorrentes da extração de petróleo são compostos basicamente por petróleo cru, apesar de também incluírem derramamentos de menor porte de produtos refinados, oriundos de equipamentos e das operações de embarcações associadas às plataformas de petróleo. O maior lançamento individual das atividades de extração vem da água produzida que contém os compostos dissolvidos (principalmente hidrocarbonetos aromáticos mononucleares) e petróleo disperso que não pode ser separado da água extraída com o petróleo das jazidas. Os compostos dissolvidos também são relativamente voláteis, por isso uma fração significativa do petróleo da água produzida é removida rapidamente pela volatilização e evaporação, particularmente quando lançado em águas abertas e bem agitadas. As gotículas de petróleo finamente dispersas permanecem suspensas na coluna de água e passam por degradação microbiana, ou são absorvidas por sedimentos suspensos, que são depositados no leito marinho (BOESCH e RABALAIS, 1989a). Níveis elevados de contaminantes nos sedimentos tipicamente se estendem por 300 m a partir do ponto de descarga. As descargas de água produzida aumentam com a idade da jazida e dessa forma esses lançamentos podem aumentar com o tempo.

Exceto no caso de *blow-outs* muito raros, os derramamentos de plataformas são geralmente pequenos e só provocam deslizamentos de terra quando derramados próximos à costa ou em terra. Os impactos seriam maiores nas áreas costeiras e no interior, onde numerosos derramamentos de menor porte causam exposição crônica durante a vida útil do campo.

Os efeitos ambientais que podem resultar da produção de petróleo e gás em um campo dependem em grande parte das características do ambiente receptor (RABALAIS *et al.*, 1991a; RABALAIS *et al.*, 1992).

Os efeitos mensuráveis têm probabilidade maior de ocorrer em áreas de fluxo e dispersão restritos, águas com alta concentração de particulados em suspensão e sedimentos anaeróbios de granulação fina (BOESCH e RABALAIS, 1989a,b; ST. PÉ, 1990). Existem efeitos claros das descargas de água produzida sobre águas estuarinas, sedimentos e recursos vivos em campos de produção terrestre. Nos Estados Unidos, estudos a respeito dos seus efeitos (BOESCH e RABALAIS, 1989a,b; ST. PÉ, 1990; RABALAIS *et al.*, 1991a) levaram à proibição de descargas de água produzida nas

águas costeiras no final da década de 1990. Em águas rasas da plataforma continental, os hidrocarbonetos da água produzida se acumulam nos sedimentos de fundo e a diversidade da fauna bêntica pode ser reduzida até 300 m do ponto de desaguamento (RABALAIS *et al.*, 1991a,b). Efeitos mensuráveis ocorrem em torno das plataformas *offshore*. No entanto, há poucas evidências convincentes dos efeitos significativos do petróleo em torno das plataformas *offshore*.

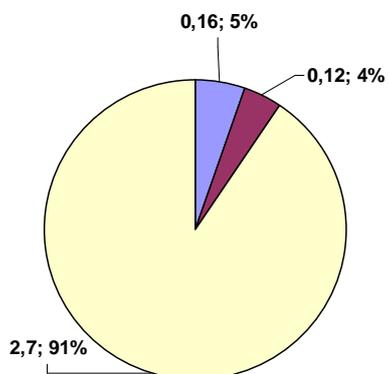
Apesar de estudos dirigidos terem identificado alguns efeitos subletais a longo prazo relacionados ao petróleo e gás (KENNICUTT *et al.*, 1996a; STREET e MONTAGNA, 1996), as perguntas não respondidas mais importantes continuam sendo aquelas a respeito do efeito sobre o ecossistema da exposição a longo prazo, crônica e em baixos níveis, resultante de descargas e derramamentos causados por atividades de desenvolvimento. Características específicas das comunidades do mar profundo e a relativa falta de conhecimento sobre essas comunidades podem torná-las mais vulneráveis às atividades de produção. À medida que as jazidas envelhecem, o volume de descargas de água produzida a partir das instalações produtivas existentes aumentará significativamente. O impacto ecológico das taxas crescentes das descargas de água produzida permanece desconhecido, tanto em *habitats* costeiros quanto em águas profundas. É importante considerar esse crescimento em programas futuros de monitoramento.

Outro componente do petróleo cru que é lançado durante a extração de petróleo é o VOC, que ocorre na forma de gás à temperatura e pressão ambientes e assim escapa para a atmosfera. A deposição atmosférica causada pelas atividades de extração representa 4% dos lançamentos totais relacionados à extração. Como os lançamentos de VOC são estimados usando o volume de produção, os mais elevados correspondem às áreas de maior produção de petróleo e gás. Os lançamentos em águas costeiras têm ordem de grandeza inferior aos das áreas *offshore* (NAS, 2003).

Quando bases muito conservadoras são utilizadas, estima-se que somente 0,2% do VOC lançado na atmosfera fica depositado em águas superficiais. Esse lançamento é superado pela liberação de hidrocarbonetos dos oceanos na forma gasosa.

Assim sendo, o impacto do VOC depositado a taxas relativamente baixas e uniformes em grandes áreas oceânicas é relativamente pequeno. Ainda assim, o destino e potenciais efeitos dos lançamentos de VOC no ecossistema marinho ainda são bastante desconhecidos; por isso há questões ainda não respondidas sobre as concentrações e duração do VOC na microcamada, a biodisponibilidade desses compostos voláteis e sua toxicidade (NAS, 2003).

Extração de Petróleo (América do Norte)



Mundo

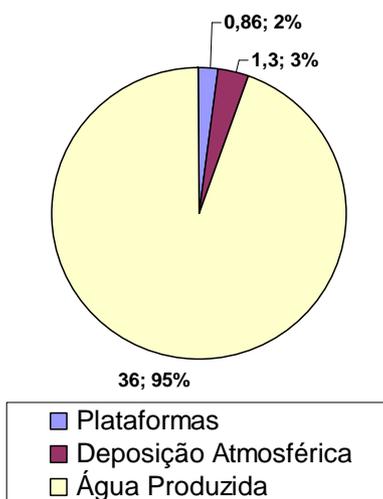


Figura 3.11: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas à Extração de Petróleo

Fonte: NAS (2003)

3.4.2.2. Transporte

As cinco principais fontes de descarga de hidrocarbonetos de petróleo nas águas marinhas geradas por atividades de transporte incluem derramamentos de oleodutos, derramamentos de petroleiros, descargas operacionais de lavagem dos porões, derramamentos de instalações costeiras e deposição atmosférica de lançamentos de VOC por petroleiros.

Oleodutos

DELUCA e LEBLANC (1997) estimam que haja aproximadamente 23 mil milhas de oleodutos transportadores de hidrocarbonetos na América do Norte. Derramamentos de oleodutos podem ocorrer, visto que os hidrocarbonetos são transportados da fonte às refinarias e destas até o consumidor. O lançamento total de hidrocarbonetos no ambiente marinho por derramamentos de oleodutos em águas norte-americanas está estimado em 1.900 toneladas por ano.

O volume de petróleo cru derramado de oleodutos nas áreas costeiras é o dobro do derramado em áreas *offshore*, aumentando, assim, seus potenciais impactos, porque os processos de degradação e destino não reduzirão os riscos de exposição gerados por esses derramamentos de petróleo cru. Derramamentos acidentais causados por oleodutos são mais comuns em águas costeiras porque a produção inicialmente ocorreu nas regiões costeiras, e muitos dos oleodutos estão chegando a 30 a 40 anos de existência. É altamente provável que derramamentos acidentais dos oleodutos costeiros continuem a ocorrer no futuro, visto que esses oleodutos continuarão envelhecendo ainda mais, a menos que medidas sejam tomadas para garantir a integridade desse importante sistema.

Derramamento de Petroleiros

Por causa das numerosas regulações e avanços tecnológicos na construção de navios, os derramamentos de petroleiros têm sido reduzidos significativamente. Derrames maiores que 34 toneladas em magnitude representam menos que 1% do número de derrame desse tipo, mas são responsáveis por mais de 80% do volume total de derrame. Nas águas da América do Norte, o derrame de navios tem sido reduzido consideravelmente se considerado desde a década de 1980, sendo no ano 2000

representado por cerca de 5.300 toneladas por ano, embora ainda seja uma fonte dominante das atividades de transporte de petróleo (NAS, 2003).

Historicamente, os petroleiros têm sido vistos como uma grande fonte de poluição petrolífera. Alterações do projeto dos petroleiros (tais como a introdução de tanques divididos e casco duplo), bem como nos procedimentos de manejo do petróleo (ex.: despejos na zona costeira) reduziram de forma significativa a magnitude dos derramamentos.

Descargas Operacionais (Lavagem dos Porões)

Os petroleiros têm permissão para fazer descargas relacionadas tanto aos porões quanto à maquinaria de propulsão, ao passo que as embarcações não petroleiras têm permissão apenas para realizar descargas relacionadas à maquinaria. As descargas operacionais oriundas da lavagem dos porões são ilegais em águas norte-americanas.

Devido à rigorosa aplicação da lei e à probabilidade de descargas intencionais serem detectadas como derramamentos, não há estimativas de lançamentos de petróleo em águas norte-americanas. No mundo, as descargas operacionais resultantes da lavagem dos porões representam 36 mil toneladas por ano. O maior grau de observância do regulamento internacional reduziu essa quantidade de forma significativa em relação às estimativas passadas.

As descargas de petróleo em lastro e lavagens de tanque de petroleiros estão proibidas em um raio de 50 milhas náuticas da costa; assim, a maior parte dos lançamentos de petróleo oriundos de descargas operacionais de petroleiros ocorre no mar. Essas descargas podem causar impactos quando vias de navegação com trânsito intenso passam próximas a recursos sensíveis.

Instalações Costeiras

Derramamentos gerados por instalações costeiras são basicamente formados por produtos refinados e estima-se que representem 1.900 toneladas por ano de hidrocarbonetos de petróleo lançados nas águas norte-americanas e 4.900 toneladas no mundo. Os oleodutos costeiros que transportam produtos refinados e terminais marinhos representam, cada um, 33% da descarga total. Devido à sua localização, esses

derramamentos podem ter um impacto significativo, tanto no caso dos derramamentos pontuais quanto dos lançamentos crônicos.

Deposição Atmosférica (Relacionada ao Transporte)

Perdas de VOC durante o carregamento, lavagem dos porões e transporte em petroleiros contribuem com as menores quantidades de hidrocarbonetos de petróleo nas águas marinhas a partir de atividades de transporte, tanto na América do Norte quanto no mundo. A maior parte do VOC é representada pelo metano que penetra na atmosfera e não é contabilizado no volume que chega ao mar.

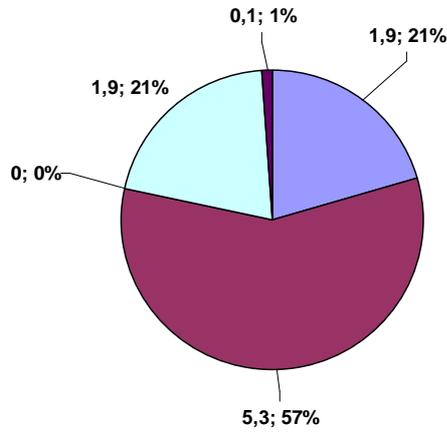
Com base no teor de PAH dos óleos derramados ou lançados durante o transporte, estima-se que 170 toneladas de PAH advêm do transporte. Esse valor não inclui os PAHs derivados de combustão produzidos pelos geradores das embarcações e que são lançados na atmosfera (eles contribuem para o inventário de PAH atmosférico e são incluídos nas cargas de deposição atmosférica). O lançamento de PAH por atividades de transporte corresponde a aproximadamente 7% da carga total de PAH de fontes antropogênicas nas águas oceânicas costeiras da América do Norte. Os derramamentos de petroleiros correspondem a 70% das descargas de PAH relacionadas ao transporte.

A distribuição de lançamentos relacionados ao transporte reflete as regiões onde se encontram os níveis mais altos de produção de refinarias e trânsito de petroleiros nas águas costeiras.

No caso dos derramamentos associados à extração de petróleo, os impactos dos derramamentos relacionados ao transporte estão intimamente ligados às condições e localização do derramamento. O lançamento de petróleo em períodos curtos de tempo pode ter impactos significativos, dependendo da localização, época do ano, condições ambientais e efetividade de contenção e ações de recuperação. Dependendo do tipo de petróleo, a perda para a atmosfera provocada pela evaporação e volatilização corresponderá a 10% (no caso dos combustíveis pesados) a 80% (para produtos leves e refinados) do volume derramado. Os lançamentos não contemplam a remoção de óleo durante a resposta, apesar de a recuperação de 20% do volume derramado ser considerada como um bom esforço. Muito se aprendeu durante a última década sobre o

destino e efeito dos derramamentos de óleo, contudo muitas perguntas ainda permanecem sem resposta, particularmente sobre os efeitos associados aos resíduos de óleo que permanecem depois que os esforços de limpeza tenham sido concluídos (NAS, 2003).

Transporte de Petróleo
(América do Norte)



Mundo

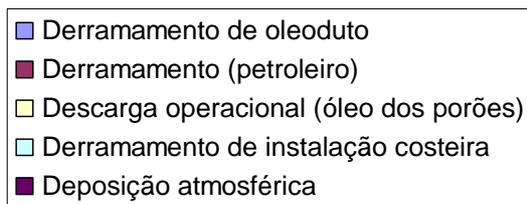
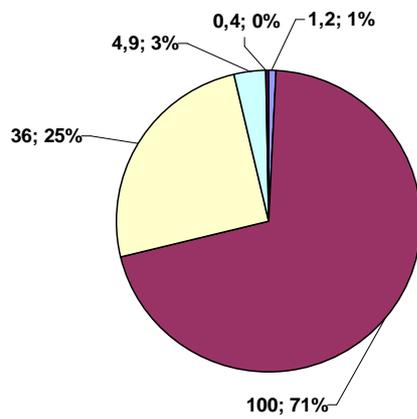


Figura 3.12: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas ao Transporte de Petróleo

Fonte: NAS (2003)

3.4.2.3. Consumo

Uma vez que os hidrocarbonetos de petróleo tenham sido extraídos, transportados para as refinarias e refinados, precisam ser levados até o consumidor. As seis principais fontes de lançamento de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho incluem fontes baseadas em terra (descargas fluviais e resíduos), descargas de motores de dois tempos, derramamentos de embarcações não petroleiras (≥ 100 GT), descargas operacionais (tanto ≥ 100 GT quanto < 100 GT), deposição atmosférica bruta e alijamento de combustível por aeronaves. Os volumes de óleo e outros derivados de petróleo oriundos de derramamentos ou lançamentos associados ao consumo superam o lançamento de todo o resto das atividades antropogênicas (Figura 3.13). A América do Norte consome a maior parte da energia mundial, assim, a descarga de derivados de vários usos energéticos permanece elevada nas águas desse continente.

Fontes Terrestres

As descargas terrestres de origem fluvial ou de resíduos são a maior fonte antropogênica da poluição por hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho e correspondem a 54 mil toneladas por ano nas águas da América do Norte e 140 mil toneladas no mundo (Figura 3.13). Esse lançamento é bastante significativo, porque grande parte é despejada diretamente nas águas costeiras e estuarinas. As principais fontes incluem resíduos urbanos, água residual de refinarias de petróleo, águas de esgotos municipais e águas residuais industriais que não advêm de refinarias. À medida que cresce a população das regiões costeiras, os resíduos urbanos se tornam mais poluídos pelo aumento do número de carros, rodovias cobertas de asfalto e estacionamentos, cargas de esgoto municipal e uso e descarte inadequado de derivados de petróleo.

Embarcações Marítimas de Lazer

Nas épocas de crescimento econômico na América do Norte, a população gasta mais dinheiro em embarcações marítimas de lazer e tem mais tempo para dedicar ao uso dessas embarcações de pequeno porte. O uso de motores de dois tempos para fins de lazer em muitos motores de popa e veículos aquáticos pessoais (ex.: *jet-skis*) aumentou de forma significativa nas últimas décadas. Na década de 1990, o aumento da conscientização em relação ao grande número e às ineficiências de projeto desses

motores fez com que a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) emitisse legislação referente à população de motores “não terrestres” sob a égide da Lei sobre a Pureza do Ar (*Clean Air Act*). Lançamentos derivados do uso de motores de dois tempos em águas costeiras são grandes em áreas com grande população costeira. Estima-se que as descargas dos motores de dois tempos correspondam a 5.600 toneladas por ano nas águas da América do Norte (os dados foram insuficientes para estabelecer estimativas mundiais). A maior parte desse lançamento corresponde à gasolina, que se acredita evaporar e volatilizar rapidamente na superfície da água. Contudo, pouco se sabe sobre o real destino dessa descarga. Ainda permanecem dúvidas relacionadas à quantidade de petróleo residente na coluna de água ou ao longo da superfície por períodos de tempo biologicamente significativos. Somados, os resíduos terrestres e as descargas dos motores de dois tempos correspondem a cerca de 20% do total de petróleo lançado no ambiente marinho na América do Norte por todas as fontes (coletivamente representam aproximadamente 64% da carga antropogênica total). Isso é motivo de preocupação especial, visto que essas descargas ocorrem inteiramente em ambientes costeiros.

Embarcações Não Petroleiras – Derramamentos e Descargas Operacionais

Derramamentos de embarcações não petroleiras ≥ 100 GT representam uma descarga relativamente pequena, pois contribuem com 1.200 toneladas por ano na América do Norte e 7.100 toneladas no mundo. Comparativamente, as descargas operacionais de embarcações não petroleiras são uma grande fonte de hidrocarbonetos de petróleo lançados nas águas marinhas do mundo, estimadas em 270 mil toneladas, e representam o segundo maior lançamento de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho (Tabela 3.5). Essas fontes incluem maquinaria, óleo dos porões, borra de combustível e lastro oleoso. A Convenção Internacional de Prevenção de Poluição de Embarcações (MARPOL 73/78) regula mundialmente o projeto, construção e operação de embarcações comerciais de 100 toneladas brutas ou mais, com a meta de reduzir ou eliminar a descarga de óleo e outros contaminantes no mar. Essa legislação tem diminuído significativamente a carga, e, em 1990, a observância à MARPOL 73/78 variou entre 80% e 99% (por classe).

Deposição Atmosférica

O VOC que entra no meio ambiente marinho é gerado principalmente por fontes tais como os motores de combustão interna, as centrais geradoras de energias, instalações industriais e outras. Devido à sua alta volatilidade e baixa solubilidade, apenas uma pequena fração (cerca de 0,2%) de VOC liberado para a atmosfera marinha é depositada na superfície do oceano. Estima-se que a deposição total de hidrocarbonetos resultantes do VOC lançado é de 21 mil toneladas por ano nas águas da América do Norte e 52 mil toneladas por ano em todo o mundo. Torna-se necessário registrar a dificuldade de avaliar os impactos, devido ao pouco conhecimento sobre o desempenho a respeito da interação ar-mar. É necessário primeiro obter um melhor entendimento das prováveis concentrações antes de poder avaliar os impactos potenciais.

Alijamento Proposital de Combustível de Aviação

Com a expansão do tráfego aéreo, bem como dos voos internacionais que chegam e saem da América do Norte, o lançamento de combustível não utilizado no oceano costeiro se tornou uma fonte crescente de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho. As duas principais fontes de lançamento de combustível de aviação são: descarga deliberada devido a condições de emergência a bordo da aeronave (alijamento de emergência) e descargas normais de operação, incluindo o lançamento de combustível parcialmente queimado por motores ineficientes ou modos de operação ineficientes e o esvaziamento dos *canisters* de *bypass* de combustível de injeção. O alijamento de combustível de emergência é pouco frequente, porém não raro. É solicitada, porém não cumprida nem monitorada, a notificação desses lançamentos. Para evitar o alijamento de combustível em áreas residenciais, a maior parte dos lançamentos desse tipo ocorre em áreas previamente determinadas, com poucos habitantes humanos, geralmente em lagos ou longe das águas costeiras ou aeroportos do litoral. Estima-se que 1.500 toneladas de petróleo por ano são lançadas sobre o ambiente marinho na América do Norte e 7.500 toneladas por ano no mundo por essa fonte.

Tendências dos Lançamentos Relacionados ao Consumo

A distribuição espacial dos lançamentos relacionados ao consumo nas águas da América do Norte reflete as regiões onde a produção das refinarias ou áreas urbanas é mais elevada, notadamente o corredor nordeste, com 39% de lançamentos relacionados

ao consumo, e o Golfo do México, com 16% de lançamentos relacionados ao consumo. A distribuição também reflete o domínio de derrames terrestres nas águas costeiras.

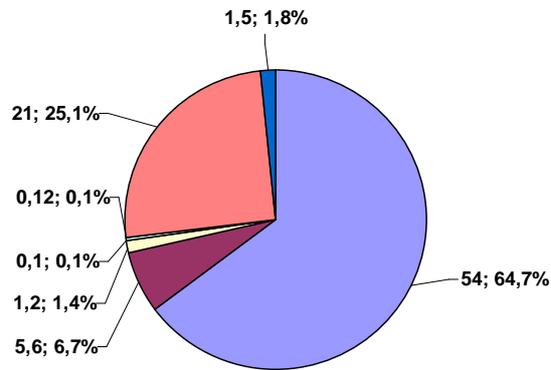
Mais da metade dos lançamentos terrestres na América do Norte estima-se que ocorram em regiões próximas à costa, entre o Estado do Main e da Virgínia, uma região rica em recursos estuarinos e costeiros. Fontes terrestres são geralmente o maior lançamento individual de óleo no mar em todas as regiões costeiras. Contudo, o destino, a biodisponibilidade e os efeitos a longo prazo dos derrames terrestres ainda são pouco conhecidos. A avaliação dos impactos potenciais é ainda mais complicada pela ocorrência simultânea de outros contaminantes, tais como hidrocarbonetos clorados e metais.

O consumo de petróleo supera todas as outras fontes de lançamento de petróleo nas águas costeiras. Mesmo no caso das águas de alto-mar, os derrames de consumo são dominantes, salvo nos casos em que ocorrem infiltrações. Deve-se observar que as estimativas de fontes não pontuais têm alto grau de incerteza; assim, esses dados indicam apenas a ordem de grandeza potencial do problema.

É importante notar que um dos maiores agentes contaminantes marinhos de hidrocarbonetos de petróleo antropogênico é o consumidor. Da carga total de hidrocarbonetos de petróleo lançada no mar, as infiltrações naturais correspondem à maior carga, cerca de 61% do total. Da carga antropogênica, os consumidores correspondem a quase 90% da descarga.

O total de carga de PAH estimado na zona costeira dos oceanos da América do Norte a partir de todas as fontes é de aproximadamente 5 mil toneladas por ano. A metade da carga de PAH advém de infiltrações naturais e deposição atmosférica, correspondendo a 33%, e 10% da carga de PAH é oriunda de fontes terrestres. Se forem levadas em conta apenas as fontes antropogênicas, estima-se que as atividades relacionadas ao consumo contribuem com 92% da carga de PAH. A extração e o transporte de petróleo contribuem com uma quantidade relativamente pequena de PAH para o ambiente marinho, especialmente se comparados à contribuição das atividades de consumo.

Consumo de Petróleo
(América do Norte)



Mundo

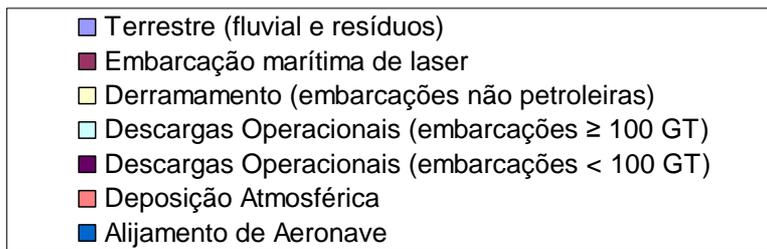
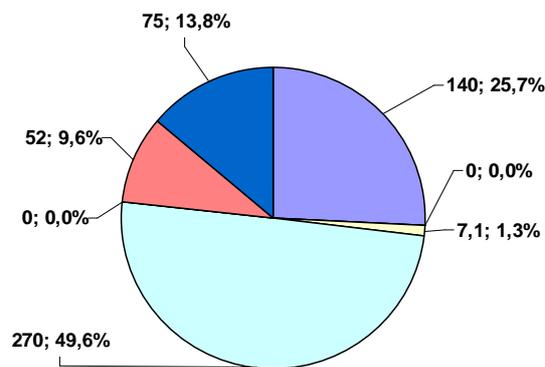


Figura 3.13: Lançamento Médio Anual Relativo (1990-1999) de Hidrocarbonetos de Petróleo (Quilo-toneladas) no Ambiente Marinho da América do Norte e do Mundo a Partir de Fontes Associadas ao Consumo de Petróleo

Fonte: NAS (2003)

3.5. Experiência no Brasil

A única base de dados de registros de derramamentos de óleo no Brasil com acesso público é a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB, do Estado de São Paulo, que teve início em 1978 e se restringe às ocorrências no Estado de São Paulo. Outras bases de dados que não têm acesso público e que têm confiabilidade são as da Petrobras e da Diretoria de Portos e Costas – DPC, da Marinha do Brasil. Algumas páginas eletrônicas apresentam resumos e listas de incidentes, sem maior conteúdo de detalhes (SOUZA FILHO, 2006).

No Brasil, os registros envolvendo derramamento de óleo com volume igual ou superior a 6.000 m³ ocorreram com petroleiros; alguns com oleodutos provocaram contaminação acentuada e os registrados com plataformas de exploração e produção apresentam, comparativamente, pequenos volumes derramados (SOUZA FILHO, 2006).

Existem relatos de pequenos vazamentos de óleo desde 1955, época em que se fazia o transbordo de petróleo de navios maiores para embarcações com menor calado e melhores condições para adentrarem o porto de Santos (POFFO *et al.*, 1996 *apud* SOUZA FILHO, 2006).

3.5.1. Estado de São Paulo

POFFO *et al.* (2001) desenvolveram um estudo abrangendo um período de 27 anos (1974-2000) no litoral do Estado de São Paulo, cujo intuito foi a investigação do fenômeno “vazamento de óleo”. Das 232 ocorrências, constatou-se que: o maior número de ocorrências está associado com os navios, sendo 83 registros por falhas mecânicas e 51 por falhas operacionais, enquanto o píer aparece em segundo lugar, com apenas 12 registros, e o terminal com 6, no total. O comportamento das ocorrências quanto às causas é retratado de acordo com a Figura 3.14.

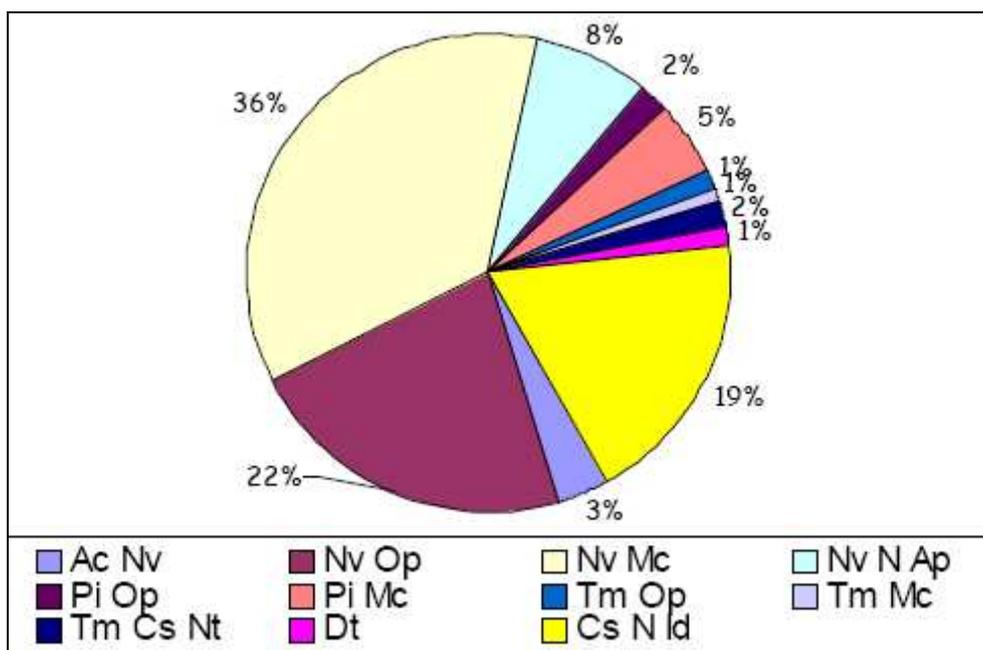


Figura 3.14: Classificação das Ocorrências Quanto às Causas

Fonte: POFFO et al. (2001)

Legenda

Ac Nv	Acidente de navegação
Pi Op	Falha operacional no píer
Nv Mc	Falha mecânica em navios
Tm Mc	Falha mecânica no terminal
Cs N Id	Causa não apurada, sem identificar a fonte
Nv N Ap	Causas não apuradas envolvendo navios

Nv Op	Falha operacional de navios
Pi Mc	Falha mecânica no píer
Tm Op	Falha operacional no terminal
Tm Cs Nt	Causa natural no terminal
Dt	Oleodutos

As consequências dessas ocorrências foram identificadas e classificadas visando a criar subsídios para o estabelecimento do nexos causal, ou seja, a relação de causa e efeito entre os vazamentos de óleo e os impactos ambientais (POFFO *et al.*, 2001).

Uma tonelada de petróleo pode se espalhar sobre a superfície de 112 km² de oceano e os hidrocarbonetos podem persistir no meio por até uma década, dependendo do volume derramado, das características físico-químicas do óleo, do hidrodinamismo e da sensibilidade dos ecossistemas atingidos, entre outros fatores. A gravidade e a extensão dos danos ambientais resultantes dessas ocorrências também dependem da toxicidade do produto, do grau de vulnerabilidade dos ecossistemas atingidos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990) e da importância socioeconômica das áreas afetadas,

além dos procedimentos adotados para limpeza dos ambientes, entre outros fatores (POFFO *et al.*, 2001).

Os acidentes de navegação e as falhas nos oleodutos liberaram maior volume de óleo ao meio ambiente e foram responsáveis pelos danos ecológicos e socioeconômicos mais altos, apesar de estarem em frequência reduzida. Ao contrário, os pequenos vazamentos ocorreram mais vezes, com liberação de volumes menores. Esses casos não devem ser menosprezados nas estatísticas, pois juntos colaboram para agravar o grau de contaminação ambiental, constituindo a denominada poluição crônica (POFFO *et al.*, 2001).

3.5.2. Petrobras

Já no tocante aos vazamentos de óleo e derivados da Petrobras, durante o ano 2007, foram registradas 86 ocorrências, com volume total de 386 m³, que representa 47,7% menos que o limite máximo admissível (739 m³) estabelecido para o ano. É importante registrar que o referido limite é adotado pela Petrobras, porém não há nenhuma referência desse parâmetro. O aumento em relação a 2006 se deve principalmente à inclusão do volume de vazamentos nas operações de distribuição. Em 2003, foram 228 ocorrências, com um volume total vazado de 276 m³. A série histórica de vazamento pode ser observada na Tabela 3.7; ressalta-se que são contabilizados vazamentos de petróleo e derivados acima de um barril (0,159 m³) que atingem o meio ambiente (PETROBRAS, 2003, 2007).

Tabela 3.7: Série Histórica de Vazamentos da Petrobras em m³

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volume (m ³)	5.983	2.619	197	276	530	269	293	386

Fonte: PETROBRAS (2003, 2007)

Quanto à indenização aos pescadores da Baía de Guanabara (RJ) pelo vazamento de 1,3 milhão de litros de óleo ocorrido em 18 de janeiro de 2000, a Petrobras não discute a necessidade de indenizar os pescadores, mas, sim, o prazo durante o qual a indenização deve ser paga e o total de pescadores a serem beneficiados, já que, de

acordo com órgãos ambientais, havia 3.339 pescadores cadastrados em atividade à época do acidente.

3.5.3. Amazônia

No desenvolvimento deste trabalho, houve um período em que o propósito da tese era investigar o transporte de produtos perigosos na Amazônia. Sendo assim, o autor, durante um período, visitou várias instituições no Amazonas para a obtenção de dados básicos. No entanto, com o desenrolar da pesquisa, verificou-se que as dificuldades de tratamento do tema eram de natureza nacional e não específica da Amazônia. Assim, mesmo a tese tendo se generalizado no nível nacional, a pesquisa específica da Amazônia foi útil para se apresentar um caso específico.

Apesar dos constantes avanços no sistema de segurança operacional, sejam eles relativos à exploração, produção ou ao transporte de petróleo e derivados, a ocorrência de acidentes nesse ramo de atividade ainda é frequente. Derramamentos de óleo têm representado uma ameaça importante para a qualidade ambiental das áreas de influência da indústria petrolífera (SILVA, 2006).

Uma característica peculiar da região amazônica é a alteração da sensibilidade ambiental de acordo com a época do ano. A extensão da área inundável e de sua sensibilidade socioambiental varia continuamente em função da flutuação da cota do rio. Qualquer avaliação, portanto, terá de levar em consideração tal fenômeno (ARAÚJO *et al.*, 2006).

O termo igapó é dado a planícies de inundação ao longo dos rios de águas pretas, caracterizadas por altas concentrações de substâncias húmicas dissolvidas e baixas concentrações de material em suspensão (SIOLI, 1985) (Figura 3.15). Esse tipo de vegetação se insere na denominação geral de vegetação alagada na Tabela 3.8, a qual possui índice de sensibilidade máximo a derramamentos de óleo (10b) (SILVA, 2006).



Figura 3.15: Floresta Inundada

Fonte: WIL LEWIS (2004) *apud* SILVA (2006)

Tabela 3.8: Índice de Sensibilidade Fluvial da Região Amazônica a Derramamentos de Óleo

Índice	Feição
1	Estruturas artificiais
2	Laje ou afloramento rochoso
3	Corredeira/cachoeira
4	Escarpa/barranco
5	Praia ou banco de areia/seixo exposta
6	Praia ou banco de areia abrigada
7	Praia ou banco de lama exposto
8	Praia ou banco de lama abrigado
9	Zona de confluência de rios e lagos
10a	Banco de macrófitas aquáticas
10b	Vegetação alagada (igapós, várzea, chavascal, campo, etc.)

Fonte: CENPES (2002)

A Tabela 3.8 foi desenvolvida com o intuito de hierarquizar os citados ecossistemas, objetivando a definição do Índice de Sensibilidade Fluvial a Derramamentos de Óleo. Esse trabalho foi realizado em Manaus em 2001 pela Petrobras em uma oficina de trabalho sobre mapas de sensibilidade ambiental.

Segundo SIOLI (1985), as várzeas são áreas inundáveis todos os anos e quase inteiramente alagadas na época das cheias. Penetrando na mata ciliar, as águas barrentas do Amazonas são freadas até sua quase estagnação. Com isso, o material em suspensão transportado pelo rio é depositado na planície aluvial, a várzea, que todos os anos recebe uma camada nova de solo fresco. Assim, essas são as terras preferidas pelos agricultores da região para as culturas de curto ciclo como a juta (um tipo de fibra natural bastante utilizado na indústria de sacaria), pois as alagações periódicas contribuem para mantê-las sempre fertilizadas (Figura 3.16). Ela também recebe o índice 10b na Tabela 3.8.



Figura 3.16: Várzea

Fonte: PISCES CONSERVATION (2006)

Os grandes sistemas fluviais da Amazônia são constituídos por extensas áreas alagáveis. A alta pluviosidade característica desses locais favorece uma densa rede de drenagem, que, associada a grandes extensões de terras baixas, é causa de inundações periódicas nas margens de rios e igarapés (ARAÚJO *et al.*, 2006).

A amplitude de variação sazonal do rio (ou seja, a diferença do nível d'água na seca e na cheia) média é alta, mas pode mudar ao longo do curso de um grande rio. Nas proximidades de Manaus, essa amplitude é de cerca de 10 m. Assim, áreas que no período da seca estão emersas, durante a cheia chegam a estar a 10 m de profundidade (SILVA, 2006).

Os grandes sistemas fluviais da Amazônia são constituídos por extensas áreas alagáveis, onde existem inundações periódicas nas margens de rios e igarapés. Tal

ambiente predomina na rota fluvial de escoamento de óleo cru e gás liquefeito de petróleo (GLP), produzidos na Província Petrolífera de Urucu, desde o Terminal do Solimões (Coari) até a Refinaria da Petrobras em Manaus – REMAN. Uma característica peculiar dessa região é a alteração da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo de acordo com a época do ano. A extensão da área inundável e sua sensibilidade socioambiental variam continuamente em função da sazonalidade da cota do rio (SILVA, 2006).

Mosaicos georreferenciados de imagens correspondentes às épocas de seca, enchente, cheia e vazante foram utilizados para o estudo da dinâmica sazonal do ciclo hidrológico. Esses produtos foram selecionados para visualização, pois permitem a identificação de florestas inundadas, ou seja, o ambiente com maior índice de sensibilidade fluvial da região amazônica a derramamentos de óleo (índice 10b) (SILVA, 2006).

De acordo com os procedimentos, foi possível analisar um cenário de enchente máxima, no qual são potencialmente maiores os danos causados por um derramamento de óleo, pois a corrente fluvial conduz o produto para o interior das florestas inundadas (SILVA, 2006).

3.5.4. Derrames de Óleo

A seguir, apresentam-se os principais eventos ocorridos no Brasil em ordem cronológica a fim de evidenciar o fenômeno objeto de estudo desta tese (SOUZA FILHO, 2006).

- 1960: O navio-tanque Sinclair Petrolore, de 56.000 t de arqueação bruta, com 240 m de comprimento, explodiu e afundou diante da costa do Brasil com aproximadamente 60.000 t, ou cerca de 66.600 m³ de óleo cru (CARNEIRO, 2005; ETKIN, 1999).
- 1974: O navio-tanque Takimya Maru chocou-se com uma rocha no Canal de São Sebastião, litoral norte de São Paulo, causando o vazamento de cerca de 7.000 m³

- (CETESB, 2004). Ainda em 1974, o navio Esso Garden State, quando estava em um porto ou terminal no Brasil, derramou 5.882 m³ (EC, 2005; URI, 2006) ou cerca de 5.400 t (ITOPF, 2003) de óleo cru durante a operação de carregamento.
- 1975: O navio-tanque iraquiano Tarik Ibn Ziyad encalhou, enquanto navegava no canal central da Baía de Guanabara. Os tanques se romperam e vazaram por cerca de 15 horas. Os registros de volume de produto derramado variam de aproximadamente 7.000 m³ (CETESB, 2004) ou 17.479 m³ (EC, 2005), até cerca de 18.000 m³ de óleo cru (NOAA, 1992). Ainda em 1975, o navio finlandês Enskeri pretendia despejar 7 t de arsênico, acondicionadas em 690 barris de concreto, para facilitar sua emersão nas águas do Atlântico Sul (FSP, 1975). A denúncia veiculada pela imprensa nacional provocou reação da opinião pública e do Governo, o que impediu que esse alijamento se concretizasse (SARDO, 2003).
 - 1978: O petroleiro Brazilian Marina encalhou no Canal de São Sebastião, em São Paulo. Os tanques perfurados deixaram vazar petróleo cru, segundo diferentes fontes, em torno de 6.000 m³ (CETESB, 2004), 11.700 m³ (USCGRDC, 1999), 12.000 m³ (NOAA, 1992), 13.852 m³ (OSIR, 1978) ou 41.525 m³ (EC, 2005). Cerca de 2.800 m³ atingiram a costa de São Paulo e sul do Rio de Janeiro, e o restante se deslocou para o mar. Ainda em 1978, o navio-tanque Aminona derramou 23.305 m³ de óleo combustível nº 2 (USCGRDC, 1999) ou gasolina (EC, 2005) no Banco do Meio, situado na zona econômica exclusiva brasileira.
 - 1979: O petroleiro Gunvor MAERSK se incendiou e derramou 12.000 t de óleo combustível no rio Amazonas (CARNEIRO, 2005). Outras versões desse incidente apresentam: encalhe como causa do derramamento de 16.000 t de derivado claro (ITOPF, 2003) e 17.479 m³ de óleo combustível nº 6 (USCGRDC, 1999).
 - 1983: Em Bertioga, São Paulo, o rompimento de oleoduto da Petobras que liga São Sebastião a Cubatão, por ações de terceiros, provocou vazamento de 2.500 m³ de petróleo sergipano.

- 1985: O navio Marina, ao colidir com o píer do terminal de São Sebastião, deixou vazar de 2.000 m³ a 2.782 m³ (EC, 2005) de óleo para o mar, atingindo as praias do quatro Municípios do litoral norte do Estado de São Paulo (SERENZA, 2006).
- 1986: O petroleiro Brotas, de 91.670 t de arqueação bruta, pertencente à FRONAPE, colidiu com a embarcação Jacuí, também da FRONAPE, entre o Cabo de São Tomé e Cabo Frio. O Brotas teve o casco de bombordo avariado (N/T BROTAS, 2006), derramando mais de 1.600 m³ de óleo (URI, 2006).
- 1994: O rompimento do oleoduto que liga o Terminal de São Sebastião (TEBAR) à Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, decorrente de corrosão, provocou o vazamento de 2.700 m³ de petróleo sergipano terrestre.
- 1997: Dois rompimentos no oleoduto de transporte de produtos escuros (PE-II), que interliga as instalações do Sistema de Dutos e Terminais do Sudeste (DTSE) à Refinaria Duque de Caxias (REDUC), provocaram vazamento de óleo combustível marítimo (MF-380) no mangue situado entre a refinaria e a Baía de Guanabara. Os volumes registrados para este incidente variam de 900 m³ (XIMENES, 2002) a 3.000 m³ (MMA, 2001).
- 2000: Uma das linhas do sistema de oleodutos de transferência de produtos da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) para o Terminal Ilha d'Água (TORGUÁ), na Baía de Guanabara, vazou cerca de 1.300 m³ de óleo combustível marítimo (MF-380). Ainda no ano 2000, uma falha mecânica na válvula do convés do navio MAFRA IV ocasionou o derrame de 7.250 m³ de petróleo proveniente do Campo de Marlim, da Bacia de Campos. Um outro incidente de derramamento ocorreu com o vazamento de 4.000 m³ de petróleo devido ao rompimento de um oleoduto da Refinaria Presidente Vargas (REPAR) (GABARDO et al., 2003).
- 2004: Uma fenda no oleoduto que bombeava uma mistura de dois tipos de petróleo entre o Terminal Aquaviário de São Sebastião e a Refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão, ocasionou um afloramento de petróleo e a contaminação do rio Guaecá. O vazamento ocorreu dentro da área do Parque Estadual da Serra do Mar (PETROBRAS, 2005). Ainda no mesmo ano, o navio-tanque Vicuña, de bandeira chilena, sofreu uma explosão no porto de Paranaguá enquanto descarregava

metanol. Depois da explosão o navio se partiu em dois blocos e um deles afundou (CARNEIRO, 2005). A estimativa de derrame foi: 425 m³ de óleo combustível marítimo e cerca de 1.130 m³ de óleos *diesel* e hidráulico lubrificante (CABRAL, *et al.*, 2005). Dos mais de 5.000 m³ de metanol derramados, parte evaporou, parte foi queimada com a explosão e o restante diluído nas águas da Baía de Paranaguá (CARNEIRO, 2005).

- 2005: O navio Saga Mascote, com bandeira de Nassau (Bahamas), bateu em um dique seco quando fazia manobra para atracar no estaleiro Enavi-Renave, na Ilha da Conceição. Esse acidente provocou o derramamento de mais de 2 mil litros de óleo na Baía de Guanabara (ROTA BRASIL OESTE, 2005).

- 2007: O rebocador Pégasus colidiu com destroços submersos de um navio naufragado próximo ao porto de Santos. Houve o rompimento parcial de um dos tanques de combustível com liberação de óleo lubrificante e de óleo *diesel* marítimo. Em função das manobras realizadas para retirada do rebocador, ocorreram novos vazamentos de óleo, estima-se entre 862 e 5.862 litros (CETESB 2007).

A Tabela 3.9 relaciona os principais derramamento de óleo ocorridos no Brasil, organizados cronologicamente.

Tabela 3.9: Seleção de Derramamentos de Óleo Ocorridos no Brasil

Data	Fonte	Local	Quantidade Derramada (m3)	Produto
12/1960	Sinclair Petrolore	Costa brasileira	66.600	Petróleo
8/1974	Takimiyia Maru	Canal de São Sebastião (SP)	7.000	Petróleo
8/1974	Esso Garden State	Porto ou terminal indefinido	5.882	Petróleo
3/1975	Tarik Ibn Ziyad	Baía de Guanabara (RJ)	7.000 – 18.000	Petróleo
1/1978	Brazilian Marina	Canal de São Sebastião (SP)	6.000 – 41.525	Petróleo
5/1978	Aminona	Banco do Meio, ZEE	23.305	Óleo combustível 2
10/1979	Gunvor MAERSK	Rio Amazonas	12.780 – 17.479	Óleo combustível ou derivado claro
10/1983	Oleoduto	São Sebastião – Cubatão (SP)	2.500	Petróleo
3/1985	Marina	São Sebastião (SP)	2.000 – 2.782	Petróleo
12/1986	Brotas	Litoral RJ	1.600	Petróleo
5/1994	Oleoduto	São Sebastião – Cubatão (SP)	2.700	Petróleo
2/1997	Oleoduto	Baía de Guanabara (RJ)	900 – 3.000	Óleo combustível marítimo
1/2000	Oleoduto	Baía de Guanabara (RJ)	1.292	Óleo combustível marítimo
7/2000	Oleoduto	Rio Barigui, PR	4.000	Petróleo
2/2004	Oleoduto	São Sebastião – Cubatão (SP)	?	Petróleo
11/2004	Vicuña	Paranaguá (PR)	6.555	Óleo combustível marítimo, óleo <i>diesel</i> , óleo hidráulico e metanol
9/2005	Saga Mascote	Baía de Guanabara (RJ)	2	Óleo combustível
5/2007	Pégasus	Porto de Santos	0,8 a 5,9	Óleo lubrificante e óleo diesel marítimo

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

3.6. Considerações Finais

O capítulo retratou o assunto petróleo e derivados contextualizado no universo dos produtos perigosos, no tocante a derramamentos.

Nesse sentido, a literatura técnica internacional proporcionou uma visão do comportamento dos hidrocarbonetos no ambiente marinho. Além disso, foi possível abordar a quantificação desses derramamentos. Tal abordagem foi realizada sob uma visão mundial, europeia, norte-americana e hierárquica por países, tendo o Brasil ocupado a oitava posição em número de derramamentos de óleo por petroleiro.

Em seguida, fundamentado na literatura técnica nacional, foi retratado o Brasil de forma segmentada, devido à ausência de uma estatística nacional sobre o assunto. Logo, focou-se nas experiências ocorridas no Estado de São Paulo, na Petrobras e na Amazônia.

E, por fim, apresenta-se uma relação de derrames de óleo ocorrido no Brasil, a qual evidencia que fatos não faltam para motivar o País a desenvolver uma estatística integrada nessa matéria.

Após abordadas as questões ambientais, tecnológicas e quantitativas inerentes aos derramamentos, tem-se a necessidade de examinar as questões legais, que serão objeto do capítulo a seguir.

CAPÍTULO 4: LEGISLAÇÃO

A definição de meio ambiente, estabelecida na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu artigo 3º, I, menciona o meio ambiente como: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.”

A Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 225, estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

O artigo 225, § 3º, menciona que: “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano.” De acordo com a Constituição, há duas modalidades de imposições: sanções penais e administrativas, e a obrigação de reparar o dano (SCHRUT *et al.*, 2005).

Segundo SCHRUT *et al.* (2005), os principais impactos causados pelo derramamento são:

- Probabilidade de incêndio ou explosão: são considerados como críticos as atividades e os equipamentos com maior probabilidade de causar a ocorrência ou com potencial de causar maior nível de dano à vida humana, meio ambiente ou instalações, bem como a combinação desses fatores. Devem ser considerados como mais críticos os equipamentos que contenham maior volume de massa de substâncias combustíveis ou inflamáveis;
- Emissões atmosféricas: são consideradas fontes de emissões atmosféricas significativas aquelas que possam provocar impacto ambiental ou que causem a infração dos parâmetros legais estabelecidos, quer seja em situações normais ou emergenciais;

– Efluentes lançados em corpos d’água: são consideradas fontes significativas de emissão de efluentes hídricos aquelas que possam provocar impacto ambiental ou que causem a infração dos parâmetros legais estabelecidos, quer seja em situações específicas ou emergenciais;

– Contaminação do solo e subsolo: quando do acontecimento de uma emergência envolvendo produto perigoso, será considerada dano ambiental a quantidade desse produto que penetrar além da camada de brita que circunda a ferrovia. Pequenos vazamentos contidos no tempo certo dificilmente ocasionarão danos ao solo.

Tendo em vista a influência das legislações internacionais na concepção da legislação nacional, foram exploradas as convenções internacionais que tratam da poluição marítima por óleo. A fim de melhor delimitação do alcance dessas convenções, elas podem ser classificadas em: prevenção de poluição, compensação por danos de poluição e combate à poluição.

4.1. Convenções Relacionadas à Prevenção de Poluição

4.1.1. Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo, de 1954 (OILPOL 1954)

A Convenção Internacional sobre Poluição do Mar por Óleo foi adotada em 12 de maio de 1954, em uma conferência organizada pelo Reino Unido. Vigorando a partir de julho de 1958, foi a primeira convenção internacional sobre a prevenção da poluição do mar por óleo proveniente de navios-tanque, que proibia a descarga de óleo ou misturas oleosas dentro de áreas delimitadas. Ressalta-se que as misturas oleosas que contivessem menos de 100 ppm de óleo não eram restringidas (UNESCAP, 2003, OCEANATLAS, 2004).

No texto original de 1954, não havia menção a qualquer organização internacional sobre assuntos marítimos, porque, embora a conferência internacional realizada em Genebra, em 1948, tivesse adotado a convenção que estabelecia a

Organização Marítima Consultiva Intergovernamental (IMCO), esta só passaria a vigorar em 1958. Em 1982, o nome da organização foi modificado para Organização Marítima Internacional (IMO) (SOUZA FILHO, 2006).

Emendas adotadas em 21 de outubro de 1969, que vigoraram a partir de janeiro de 1978, determinaram requisitos mais rigorosos para descargas operacionais, consistentes com o sistema de “carga-no-topo” adotado por navios-tanque. Em 1971, outra emenda determinou novos padrões de construção de navio-tanque, que incluíam disposição física e limitação de tamanho dos tanques individuais, e proteção estendida para a Grande Barreira de Corais da Austrália (SOUZA FILHO, 2006).

4.1.2. Convenção Internacional Relacionada à Intervenção em Alto-mar em Incidentes de Poluição por Óleo, de 1969 (INTERVENTION 69)

A Convenção sobre Intervenção em Alto-mar, adotada em 1969, entrou em vigor em maio de 1975, e estabelece que Estados costeiros têm direito de tomar medidas, além dos limites de seus mares territoriais, de modo a prevenir, mitigar ou eliminar perigos decorrentes de incidentes marítimos envolvendo poluição por óleo proveniente de navios que possam resultar em consequências danosas para suas áreas costeiras. O mencionado direito de intervenção só poderá ser exercido após consultas aos interessados, em particular os Estados cujas bandeiras são utilizadas pelos navios envolvidos, os proprietários dos navios e cargas envolvidas, e quando as circunstâncias permitirem, sendo especialistas independentes indicados para esse fim (SOUZA FILHO, 2006).

Um protocolo adotado em 1973 ampliou a abrangência da convenção a outras substâncias além de óleo. Emendas adotadas em 1991, 1996 e 2002 revisaram e atualizaram as listas de substâncias.

4.1.3. Convenção para a Prevenção da Poluição Proveniente de Navios, de 1973, Modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)

Considerada a principal convenção relacionada à prevenção da poluição marítima por navios, oriunda de causas operacionais e acidentais. O protocolo adotado em 1978 absorveu a convenção concluída em 1973, visto que esta ainda não havia entrado em vigor. A convenção, então composta do texto original e do protocolo de 1978, passou a vigorar a partir de outubro de 1983 (SOUZA FILHO, 2006).

As resoluções da conferência para sua adoção enfatizavam que a poluição originada em atividades operacionais de navios é a maior ameaça, embora a poluição derivada de acidentes seja muito mais visível (IMO, 1978). O seu objetivo é prevenir a poluição do ambiente marinho pela descarga operacional de óleo e outras substâncias danosas e minimizar a descarga acidental dessas substâncias (SOUZA FILHO, 2006).

A introdução de padrões rigorosos para inspeção e posterior emissão do Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Óleo (IOPP) reforça a vigilância quanto ao cumprimento dos requisitos da convenção.

4.2. Convenções Relacionadas à Compensação por Danos de Poluição

Até o final da década de 1960, não havia regulamentação internacional que abordasse a responsabilidade sobre compensação de danos causados por poluição por petróleo. As demandas eram tratadas de acordo com as leis comuns de responsabilidade civil, baseadas na culpa da parte responsável, nem sempre fácil de ser provada (SOUZA FILHO, 2006).

Em 1967, com o incidente do Torrey Canyon, desencadeou-se o processo de elaboração das convenções internacionais CLC 1969, que estabelecem responsabilidade objetiva para proprietários de navios e em contrapartida permitem a limitação de suas responsabilidades quando estes não incorrerem em faltas (WU, 2002 *apud* SOUZA FILHO, 2006).

4.2.1. Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969 (CLC 69), e Protocolos Relacionados

Concluída em 1969 e vigorando a partir de 1975, essa convenção foi adotada para assegurar a compensação adequada a pessoas, tanto físicas quanto jurídicas, que sofrem danos resultantes de incidentes marítimos envolvendo navios de transporte de óleo (SOUZA FILHO, 2006).

A convenção não se aplica a todos os navios que transportam óleo como carga; somente aqueles que transportam mais de 2 mil toneladas têm obrigação de manter seguro, ou outra forma de garantia financeira, em montante equivalente à responsabilidade total por danos provenientes de um incidente de poluição por óleo (SOUZA FILHO, 2006).

4.2.2. Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo Internacional para a Compensação de Danos Provenientes de Poluição por Óleo (FUND 71)

Tendo em vista as limitações de responsabilidade presentes na CLC 69 que poderiam ser inadequadas a casos de poluição envolvendo grandes navios-tanque, foi adotada em dezembro de 1971 a Convenção Internacional para a Compensação de Danos Provenientes de Poluição por Óleo (FUND 71), que passou a vigorar a partir de outubro de 1978 (SOUZA FILHO, 2006).

Com o protocolo adotado em novembro de 1992 e que passou a vigorar em maio de 1996, estabeleceu-se o Fundo Internacional para Compensação de Danos por Poluição por Óleo, de 1992, que funciona desvinculado do FUND 71 (SOUZA FILHO, 2006).

A partir de maio de 1998, os signatários do Protocolo de 1992 deixaram de fazer parte do FUND 71. A operação simultânea de dois Fundos, 1971 e 1992, dividiu os países em dois grupos, separando as contas onde são alocadas suas contribuições,

podendo provocar desembolsos maiores, por país, no caso de ocorrência de evento de grande magnitude (SOUZA FILHO, 2006).

Cabe esclarecer que os Fundos 71 e 92 são organizações intergovernamentais completamente independentes da Organização Marítima Internacional (IMO).

4.3. Convenções Relacionadas ao Combate à Poluição

4.3.1. Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, de 1990 (OPRC 90)

Tem-se a pretensão de promover a cooperação internacional e aperfeiçoar a capacidade nacional, regional e global de preparo e resposta à poluição por óleo, levando em consideração as necessidades particulares dos países em desenvolvimento, encorajando o estabelecimento de planos de emergência de poluição por óleo (em navios, instalações offshore, portos e instalações manipuladoras de óleo) e de planos de contingência nacionais e regionais. Adotada em uma conferência e concluída em novembro de 1990, começou a vigorar em maio de 1995 (SOUZA FILHO, 2006).

4.4. Outros Instrumentos e Convenções Relacionados à Poluição Marinha

4.4.1. Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, de 1972 (LC 72)

Conhecida como Convenção de Londres, de 1972, pelo fato de ter sido adotada em uma Conferência Intergovernamental, convocada pelo Reino Unido em 1972.

Este instrumento busca estabelecer o controle efetivo de todas as fontes de contaminação do meio marinho, e especialmente impedir a contaminação do mar pelo alijamento de resíduos e outras substâncias. A definição de alijamento envolve todo despejo deliberado no mar, de resíduos e outras substâncias, efetuado por embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar, bem como todo afundamento

deliberado de embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar, e exclui o despejo proveniente de acidentes e de operações normais dessas fontes (SOUZA FILHO, 2006).

4.4.2. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS)

A Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS III) começou em 1973 e ao seu término, em dezembro de 1982, esta convenção foi adotada. Vigorando desde novembro de 1994, este tratado – considerado como a Constituição dos oceanos – estabeleceu pela primeira vez na história um quadro legal amplo para a proteção e preservação do ambiente marinho, através de obrigações, responsabilidades e poderes dos Estados em matérias relacionadas à proteção ambiental. Sua composição é de 320 artigos e 9 anexos (SOUZA FILHO, 2006).

4.4.3. Agenda 21

Adotada na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento, de 1992, a Agenda 21, em seu Capítulo 17, apresenta: recomendações e diretrizes relativas à poluição do ambiente marinho por várias fontes. A pretensão deste instrumento é funcionar como um plano de ação que forneça diretrizes para que os Estados desenvolvam estratégias e planos para proteger e preservar o ambiente marinho nos níveis nacional, regional e internacional. Enfatiza a necessidade de enfoque integrado nas áreas costeiras e marítimas (UNESCAP, 2003 apud SOUZA FILHO, 2006).

Cada Estado costeiro deve estabelecer planos nacionais de emergência em caso de degradação e poluição de origem antrópica, inclusive vazamentos de petróleo e outras substâncias.

4.4.4. Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974 (SOLAS)

A Convenção SOLAS, em suas sucessivas versões, é normalmente vista como o mais importante tratado internacional relacionado à segurança de navios mercantes. A primeira versão, adotada em 1914 como resposta ao naufrágio do Titanic, foi emendada em 1929, 1948 e 1960, sendo esta última revisão sob a coordenação da IMO (SOUZA FILHO, 2006).

A aplicação de suas determinações minimiza a ocorrência de incidentes de poluição ao garantir, com base em inspeções periódicas, melhores condições de construção e operação de navios.

Uma nova convenção – e não mais uma versão emendada – foi adotada em 1974. A adoção deste procedimento permitiu que a convenção fosse atualizada diversas vezes. Dois protocolos foram adotados, em 1978 e 1988 (IMO, 2002).

4.4.5. Protocolo sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Casos de Poluição por Substâncias Nocivas e Perigosas (HNS 2000)

Adotado em março de 2000, quando de sua entrada em vigor absorverá a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil e Compensação por Danos Relacionados com o Transporte Marítimo de Substâncias Nocivas e Perigosas, de 1996 (HNS 1996), que, embora tenha sido adotada em 1996, ainda não reuniu as condições estabelecidas para sua entrada em vigor. A única condição prevista para a entrada em vigor do protocolo é a ratificação por pelo menos 15 Estados que sejam partes da Convenção OPRC.

Assim como a Convenção OPRC, o Protocolo HNS 2000 tem o intuito de montar um quadro legal internacional para cooperação no combate a incidentes maiores ou ameaças de poluição marinha (IMO, 2005).

4.4.6. Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Provenientes de Poluição de Óleo Utilizado na Movimentação de Navios, de 2001 (BUNKER 2001)

Adotada em março de 2001, ainda não se encontra em vigor por não ter alcançado as condições estabelecidas para tal, que são: aceitação, ratificação ou aprovação por 18 países, dos quais 5 tenham frota conjunta com não menos do que 1 milhão de toneladas de arqueação bruta.

O objetivo deste instrumento é garantir o ressarcimento por danos causados por derramamentos de óleo transportado como combustível (*bunker oil*) em tanques de navios, e, frise-se, utilizado na propulsão desses navios.

4.5. Convenções Internacionais Vigentes no Brasil

Na Tabela 4.1 apresenta-se a relação dos tratados vigentes, relacionando as datas de adoção e vigência mundial, o diploma legal, com a respectiva data de emissão, que promulgou e incorporou a convenção ao quadro legal brasileiro.

Tabela 4.1: Convenções Internacionais Relacionadas à Poluição por Óleo, em Vigor no Brasil

Convenção	Adoção	Vigência Internacional	Decreto	Data
CLC 69	27.11.1969	19.6.1975	79.437	28.3.1977
LC 72	13.11.1972	30.8.1975	87.566	16.9.1982
MARPOL 73/78	17.2.1978	2.10.1983	2.508	4.3.1999
SOLAS 74	1.11.1974	25.5.1980	87.186	18.5.1982
PROTOCOLO 78	17.2.1978	1.5.1981	92.610	2.5.1986
UNCLOS 1982	10.12.1982	16.11.1994	1.530	22.6.1995
OPCR 90	30.11.1990	13.6.1995	2.870	10.12.1998
STCW 78	7.7.1978	28.4.1984	89.822	20.6.1984

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

Tabela 4.2: Convenções Internacionais e Instrumentos de Aprovação no Brasil

Convenção	Ratificação/Adesão	Vigor para o Brasil	Decreto Legislativo	Data
CLC 69	4.10.1976	17.3.1977	DL 74	30.9.1976
LC 72	26.7.1982	25.8.1982	DL 10	31.3.1982
MARPOL 73/78	4.1.1996	4.4.1996	DL 60	19.4.1995
SOLAS 74	22.5.1980	25.5.1980	DL 11	6.4.1980
PROTOCOLO 78	20.2.1986	20.2.1986	DL 20	19.9.1985
UNCLOS 1982	22.12.1988	16.11.1994	DL 05	9.11.1987
OPCR 90	21.7.1998	21.10.1998	DL 43	29.5.1998
STCW 78	17.1.1984	28.4.1984	DL 107	5.12.1983

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

	SOLAS 74	SOLAS Protocolo 78	SOLAS Protocolo 88	COLREG 72	STCW 78	MARPOL 73/78 (Anexos I/II)	MARPOL 73/78 (Anexo III)	MARPOL 73/78 (Anexo IV)	MARPOL 73/78 (Anexo V)	MARPOL Protocolo 97 (Anexo VI)	London Convention 72	London Convention Protocolo 96	INTERVENTION 69	INTERVENTION Protocolo 73	CLC 69	CLC Protocolo 76	CLC Protocolo 92	FUND 71	FUND Protocolo 76	FUND Protocolo 92	FUND Protocolo 2003	OPCR 90	HNS 96	OPRC/HNS 2000	BUNKERS 01	BALLASTWATER 2004
Argentina	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					x				x						
Brasil	x	x		x	x	x	x	x	x		x				x							x				
Canadá	x			x	x	x	x				x	x				x	x		x	x		x				
EUA	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x								x				
Venezuela	x		x	x	x	x	x	x	x							x	x		x	x		x				

Figura 4.1: Situação de Convenções Internacionais por País

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

4.6. Considerações Finais

Neste capítulo, a abordagem legal iniciou sob a concepção da Constituição da República Federativa do Brasil. No entanto, tendo em vista a influência das legislações internacionais na concepção da legislação nacional, exploraram-se as convenções internacionais que se reportam à poluição marítima por óleo. E, por fim, foram apresentadas as referidas convenções internacionais em vigor no Brasil.

No capítulo a seguir, tem-se retratada e estruturada a abordagem metodológica empregada no desenvolvimento da tese.

CAPÍTULO 5: METODOLOGIA

Ao abordar o tema “transporte de produtos perigosos” surgem várias concepções possíveis relacionadas a este assunto, tais como: risco, acidente, desastre, derramamentos, legislação, transporte, armazenagem e outras.

Nesse sentido, a análise estruturada desse tema possibilita gerar conhecimento, propiciando: comparar, relacionar, classificar e sintetizar esse assunto de forma direcionada, e não dispersa, sob uma concepção contextualizada.

No Brasil, o tema transporte de produto perigoso apresenta diversas lacunas técnicas. E tais lacunas foram contempladas não como problemas e, sim, como norteadoras para se estabelecer a estratégia de abordagem desse tema.

As três principais lacunas contempladas são: o desconhecimento técnico do tema, o qual impossibilita enxergar o problema; a ausência de dados, o que impede ter um diagnóstico quantitativo do problema; e a não observância de práticas adotadas não só por países que detêm amadurecimento nesse tema, como também o desconhecimento de práticas de algumas entidades nacionais, o que impossibilita sentir o problema.

Dessa forma, o método de abordagem do tema focou-se em três norteadores:

- Conhecimento técnico do problema;
- Abordagem quantitativa do problema;
- Conhecimento de práticas adotadas.

Em seguida, de acordo com os norteadores, estabeleceram-se as seguintes etapas para o desenvolvimento da tese:

Etapa 1 – Identificação e análise do referencial teórico: o intuito desta etapa foi explorar as correntes de pensamento sobre o tema, a fim de proporcionar uma base de conhecimento sólida para as demais etapas;

Etapa 2 – Contextualização do tema: a contextualização do tema foi motivada pela necessidade de conceber uma melhor condição exploratória da diversidade de conhecimento envolvido, bem como o enquadramento do tema nessa diversidade. Dessa forma, no desenvolvimento desta etapa constataram-se duas relevantes concepções: a contextualização sob o enfoque de acidentes e outra sob o enfoque de desastres;

Etapa 3 – Identificação e análise das fundamentações técnicas quantitativas: esta etapa consistiu na investigação de referências de abordagens quantitativas dotadas de condições técnicas factíveis;

Etapa 4 – Aspectos legais: a finalidade desta etapa consistiu em explorar os referenciais legais pertinentes ao tema de forma estruturada;

Etapa 5 – Aspectos pertinentes aos sistemas de informação de produtos perigosos: esta etapa foi motivada pelas diversas observações existentes na literatura técnica a respeito desses sistemas;

Etapa 6 – Contribuições analíticas: a finalidade desta etapa consistiu em apresentar as constatações, observações e recomendações verificadas no desenvolvimento das etapas anteriores.

Desse modo, o encadeamento dos norteadores, das etapas e dos capítulos da tese encontra-se disposto de acordo com a Figura 5.1.

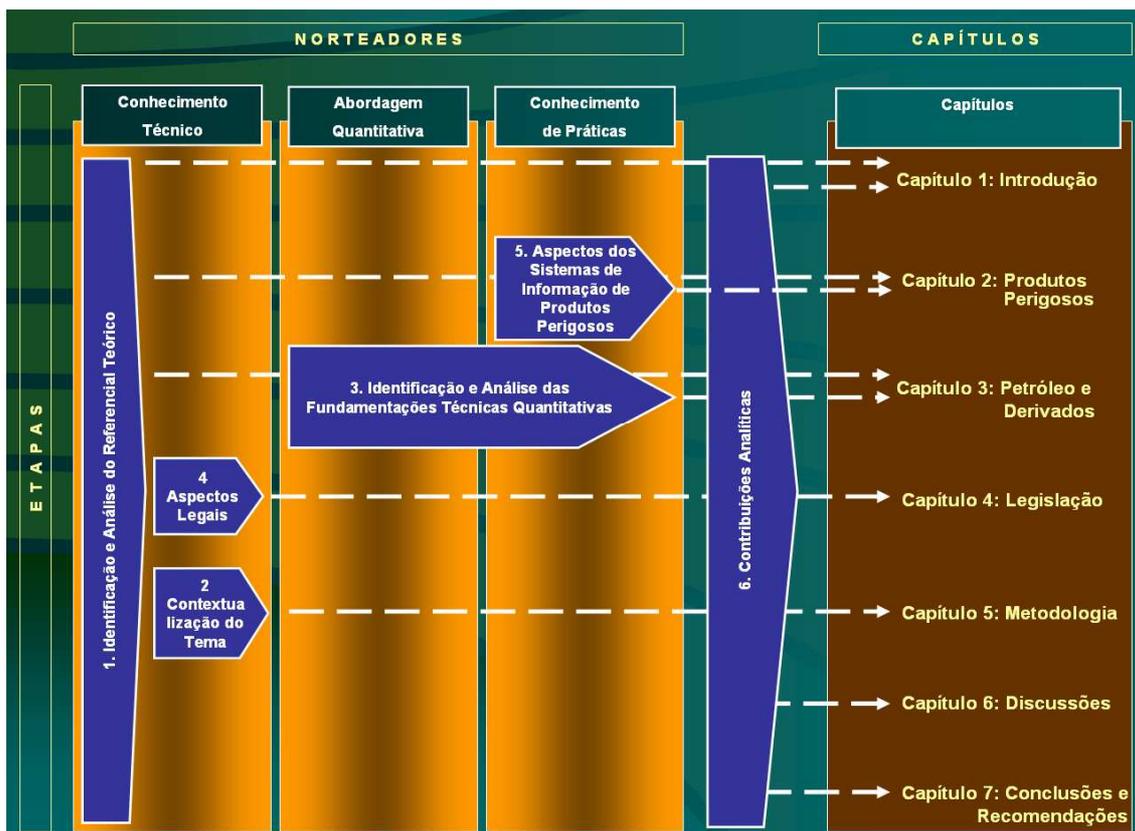


Figura 5.1: Encadeamento dos Norteadores, Etapas e Capítulos

5.1. Contextualização sob o Enfoque de Acidente Ambiental

O termo acidente ambiental pode ser definido como sendo qualquer evento anormal, indesejado e inesperado, com potencial para causar danos diretos ou indiretos à saúde humana e ao meio ambiente. E tais acidentes podem ser classificados em dois tipos, de acordo com suas origens: acidentes naturais e tecnológicos (CETESB, 2008).

Os acidentes naturais reportam-se às ocorrências causadas por fenômenos da natureza, cuja grande maioria independe das intervenções humanas, tais como: terremotos, maremotos e furacões.

Já os acidentes tecnológicos são as ocorrências geradas pelas atividades desenvolvidas pelo homem, normalmente relacionadas com a manipulação de substâncias químicas perigosas.

Além dessa classificação, sabe-se que, independente de ser acidente natural ou tecnológico, estes acidentes também podem ser categorizados em dois grupos: acidentes com produtos perigosos e acidentes sem produtos perigosos.

Explorando o grupo dos acidentes com produtos perigosos, podem-se conceber dois subgrupos: acidentes com petróleo e derivados e acidentes com outros produtos perigosos.

Dessa forma, tendo em vista o tema desta tese, foca-se então a atenção no subgrupo de acidentes de petróleo e derivados.

Nesse subgrupo, segundo NAS (2003), apesar de as fontes de petróleo no mar serem diversas, elas podem ser classificadas de forma eficaz em quatro grupos: exsudação natural, extração, transporte e consumo.

No entanto, como a concepção desta tese não se restringe ao mar, torna-se necessário inserir mais três fontes: armazenagem, indústria e postos de combustíveis, segundo a concepção de CETESB (2008).

A contextualização do tema transporte de produtos perigosos sob o enfoque de acidente ambiental, dessa forma, pode ser representada de acordo com a Figura 5.2.

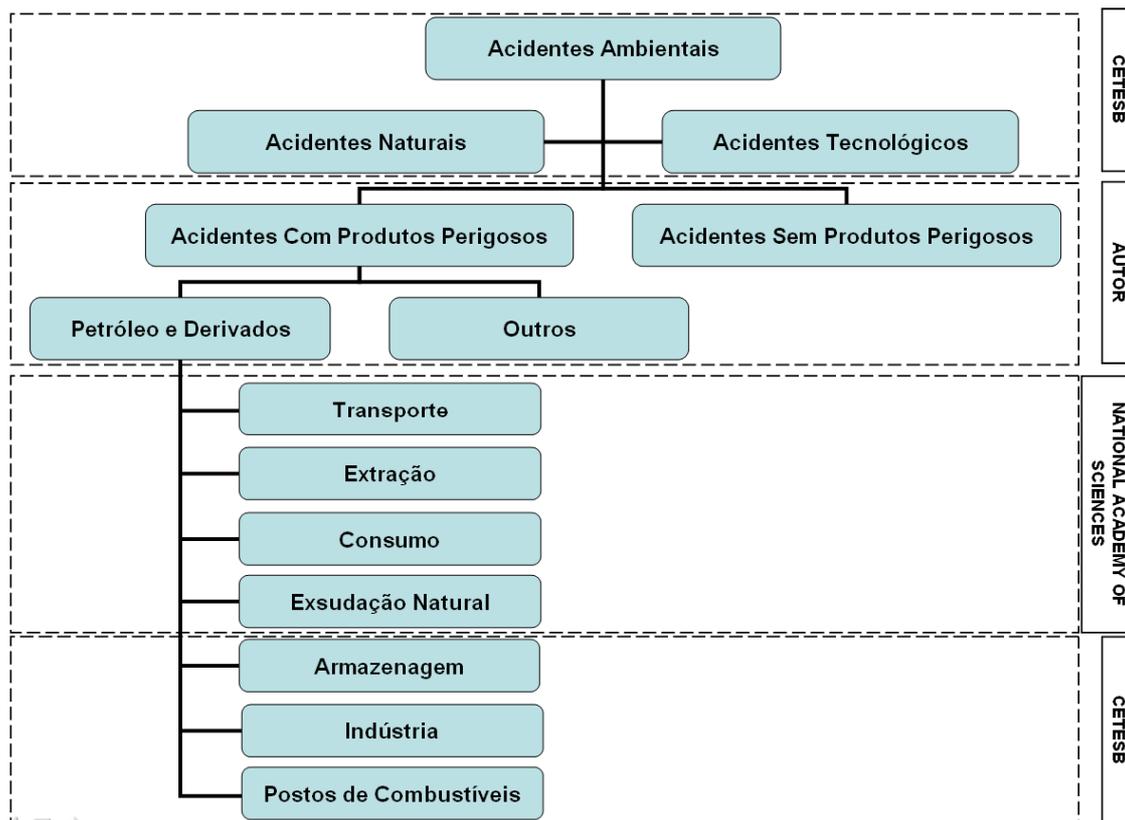


Figura 5.2: Contextualização do Tema sob o Enfoque de Acidente Ambiental

Vale registrar que há outras literaturas técnicas, como KHAN e ABASSI (1999), que retratam os acidentes com produtos perigosos em duas categorias: instalações fixas e transporte. Porém, a instalação fixa mencionada não considera os postos de combustíveis, pois o entendimento concebido de instalações fixas corresponde apenas ao universo das ocorrências nas indústrias.

Outro exemplo de abordagem distinta de KHAN e ABASSI (1999) é a da organização europeia CONCAWE, que reúne várias companhias de petróleo, sendo o seu enfoque dutos. Porém, não são todos os dutos e, sim, dutos de comprimento superior a 2 km de extensão, com volumes vazados de no mínimo 1 m³ e excluindo os sistemas submarinos.

Como os exemplos anteriores, há diversas outras entidades citadas nesta tese que apresentam concepções distintas de acidentes com produtos perigosos, porém tais concepções encontram-se em consonância com os seus propósitos e em harmonia com o contexto envolvido.

Logo, a contextualização apresentada na Figura 5.2 consiste em uma integração de diversas concepções encadeadas, cujo intuito é: compreender a concatenação partindo do universo dos acidentes ambientais até as fontes de acidentes com petróleo e derivados.

5.2. Contextualização sob o Enfoque de Desastre

A concepção de desastre utilizada encontra-se em consonância com MIN (2008), que o caracteriza como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente, o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Desse modo, os desastres humanos ou antropogênicos são classificados em (MIN, 2003, 2004a,b):

- Desastres humanos de natureza social;
- Desastres humanos de natureza biológica;
- Desastres humanos de natureza tecnológica.

De acordo com MIN (2004a), os desastres humanos de natureza social resultam de desequilíbrios provocados por ações ou por omissões sobre os:

- Ecossistemas urbanos e rurais onde vivem e produzem;
- Sistemas sociais, culturais, econômicos e políticos desenvolvidos pelo próprio homem ao longo de sua evolução histórica.

Os desastres humanos de causas biológicas compreendem as epidemias, os surtos epidêmicos e hiperendêmicos que podem surgir ou intensificar-se, complicando desastres naturais ou humanos, e na condição de desastres secundários, ou na condição de desastre primário, em função de sua agudização. De modo geral, esses desastres

relacionam-se com a dificuldade de controle de surtos intensificados de doenças transmissíveis, por parte dos órgãos de saúde pública, ou com rupturas do equilíbrio ecológico que tendem a agravar endemias ou a criar condições favoráveis à disseminação de surtos epidêmicos (MIN, 2004b).

Já os desastres humanos de natureza tecnológica, objeto desta tese, são consequências indesejáveis do desenvolvimento econômico, tecnológico e industrial e podem ser reduzidos em função do incremento de medidas preventivas relacionadas com a segurança industrial (MIN, 2003).

Esses desastres também se relacionam com o incremento das trocas comerciais e do deslocamento de produtos perigosos e com o crescimento demográfico das cidades, sem o correspondente desenvolvimento de uma estrutura de serviços essenciais compatíveis e adequados ao surto do crescimento.

Os desastres humanos de natureza tecnológica são classificados em:

- Desastres Siderais de Natureza Tecnológica;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo;
- Desastres Relacionados com a Construção Civil;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos;
- Desastres Relacionados com Concentrações Demográficas e com Riscos de Colapso ou Exaurimento de Energia e de Outros Recursos e/ou Sistemas Essenciais.

Dentre os desastres mencionados, os que estão no escopo desta tese são os seguintes:

- Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos.

Dessa forma, a contextualização do tema transporte de produtos perigosos sob o enfoque de desastres pode ser representada de acordo com a Figura 5.3.

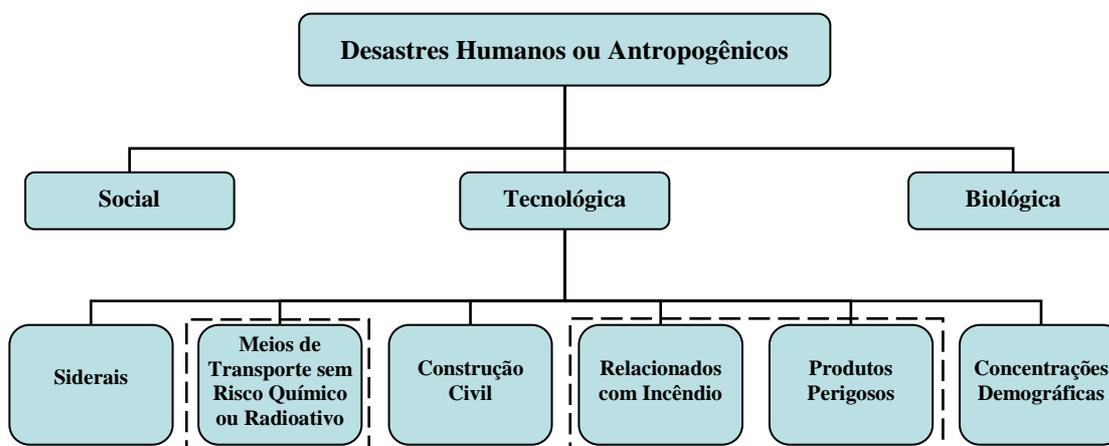


Figura 5.3: Contextualização do Tema sob o Enfoque de Desastres Humanos ou Antropogênicos

5.3. Fundamentações Técnicas Institucionais

Dentre as fundamentações técnicas constantes desta tese, algumas merecem destaques, haja vista a sua relevância ou as suas citações em diversos artigos técnicos.

Assim, este tópico ficou dividido em duas categorias: internacionais e nacionais.

Das fundamentações técnicas internacionais, merecem destaque as seguintes:

- *International Tanker Owners Pollution Federation* – ITOPF (Federação Internacional dos Proprietários de Petroleiros para Controle da Poluição). Fundada em 1968 e estabelecida em Londres, sua atuação é direcionada a todos os aspectos de preparação e resposta a derrames de petróleo e produtos químicos no ambiente marinho;
- *Conservation of Clean Air and Water in Europe* – Concawe. Criada em 1963 e estabelecida em Bruxelas. Iniciada por um pequeno grupo de grandes empresas petrolíferas para realizar pesquisa sobre questões ambientais relevantes para a

indústria do petróleo, sua composição foi alargada para incluir mais empresas petrolíferas que operam na Europa;

- Agência Europeia do Ambiente. Suas atividades foram iniciadas em 1994, e encontra-se estabelecida na Dinamarca. O seu propósito consiste em fornecer informação consistente e independente sobre o ambiente, possuindo sua composição por 32 países-membros;
- *National Academy of Sciences* – NAS. Criada em 1963 e estabelecida em Washington, é uma sociedade composta por estudiosos empenhados na investigação científica e de engenharia, dedicada à promoção da ciência e tecnologia e para a sua utilização para o bem-estar geral. A NAS foi criada em 1863 e serviu para estudar, analisar, experimentar e se reportar sobre qualquer tema da ciência ou da arte quando chamada a fazê-lo por qualquer departamento do Governo. Para manter o ritmo com o crescente papel que a ciência e a tecnologia desempenham na vida pública, a instituição incluiu o *National Research Council*, em 1916, a *National Academy of Engineering*, em 1964, e o *Institute of Medicine*, em 1970. Coletivamente, as quatro organizações são conhecidas como a *National Academies*. Os líderes dos Estados Unidos muitas vezes voltam-se para o *National Academies* para aconselhá-los sobre as questões científicas e tecnológicas que frequentemente permeiam as decisões políticas. Vale registrar que as contribuições proporcionadas nesta tese pela *National Academy of Sciences* são oriundas da *National Research Council*.

Das fundamentações técnicas nacionais, merecem destaque as seguintes:

- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Criada em 1968 e estabelecida em São Paulo, é a agência do Governo do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo;
- Ministério da Integração Nacional. As referências técnicas, de grande relevância, foram as da Secretaria Nacional de Defesa Civil, órgão subordinado a esse

Ministério. Dentre os trabalhos técnicos desenvolvidos pela referida Secretaria, foram utilizados os relacionados aos desastres pertinentes ao tema transporte de produto perigoso;

- Petrobras. Criada em 1953, responsável pelas operações de exploração e produção de petróleo, bem como pelas demais atividades ligadas ao setor de petróleo, gás natural e derivados, à exceção da distribuição atacadista e da revenda no varejo pelos postos de abastecimento. A citação da Petrobras deve-se à sua significância aliada à sua série histórica de vazamento de 2000 a 2007.

5.4. Considerações Finais

Este capítulo retratou a abordagem metodológica adotada no desenvolvimento nesta tese.

Em seguida expôs-se a contextualização do tema sob o enfoque de acidente ambiental e de desastres. A referida contextualização foi motivada pela necessidade do autor de ter o tema desta tese sob tais concepções, pois quanto melhor concatenado o tema, mais bem estruturada será sua abordagem. Dentre as literaturas nacionais e internacionais investigadas não foram encontradas tais contextualizações; dessa forma fez-se, assim, o seu desenvolvimento nesta pesquisa.

Por fim, foram abordadas de forma bem sucinta as principais fundamentações técnicas institucionais no âmbito nacional e internacional. As citadas instituições foram identificadas como as mais adequadas para o propósito desta tese.

No capítulo a seguir, exploram-se as discussões relacionadas aos principais problemas que envolvem o tema transporte de produtos perigosos no Brasil.

CAPÍTULO 6: DISCUSSÕES

Dentre os principais problemas que envolvem o tema “transporte de produtos perigosos”, destacam-se: a ausência de conhecimento e suas consequências.

Visando a uma melhor compreensão, entenda-se a atividade “transporte de produtos perigosos” como um fenômeno, adotando-se a concepção do dicionarista Aurélio, que define fenômeno como: “fato, aspecto ou ocorrência passível de observação” e “fato de interesse científico, suscetível de descrição ou explicação” (FERREIRA, 1999).

Dessa forma, esse fenômeno necessita ser explorado no tocante: às estatísticas, à integração das entidades governamentais e ao desempenho das entidades governamentais quanto às suas atribuições.

Dentre tais aspectos, ressalta-se a carência, ou melhor, a ausência de uma estatística nacional. E no âmbito da estatística, têm-se alguns questionamentos bem simples, dos quais não se tem a resposta, tais como: Do transporte de carga no Brasil, os produtos perigosos representam que percentual? E a sua representatividade por classe? Os acidentes com produtos perigosos têm aumentado ou diminuído ao longo dos cinco anos? Diante desses questionamentos básicos, não se tem resposta e nem ordem de grandeza.

O que se tem no Brasil é algumas estatísticas isoladas que proporcionam uma noção em um espaço físico e temporal limitado. Foi observado também que, das poucas estatísticas de acidentes, boa parte ou é desprovida de um conhecimento técnico e sistemático das questões pertinentes a produtos perigosos ou é fruto de uma fiscalização momentânea e simplificada de uma entidade governamental, ou ainda uma terceira hipótese: ambas. Porém, há também uma situação oposta: no Brasil, há a CETESB, que apresenta a melhor estatística relacionada a acidentes com produtos perigosos dentro do nível técnico esperado.

Das literaturas técnicas estrangeiras investigadas, NAS (2003) foi a que apresentou a melhor qualidade no âmbito da estatística e estimativa relacionada a acidentes com produtos perigosos. No entanto, é bom ressaltar que o âmbito da referida publicação se restringe ao universo de petróleo e derivados. A abordagem de NAS (2003) se aplica perfeitamente ao Brasil, mas é bom ressaltar que a referida metodologia apresenta condicionantes técnicas aplicáveis aos acidentes com petróleo e derivados no mar.

Um outro aspecto frágil no tocante à estatística brasileira de acidentes com produtos perigosos é a forma com que são feitas as poucas estatísticas. A estruturação individual de cada estatística não permite que haja integração e nem comparação. Para exemplificar: a CETESB realiza estatística desses acidentes; nesta tese há uma estatística da Polícia Rodoviária Federal de acidentes com produtos perigosos; o Instituto de Pesos e Medidas – IPEM realiza diversas fiscalizações que proporcionam também estatísticas; os Corpos de Bombeiros também têm o registro que permite identificar quais as ocorrências são pertinentes aos produtos perigosos. Porém, falta a percepção de que alguns desses dados poderiam ser integrados a uma base de dados única que permitiria um conhecimento global do fenômeno. Sabe-se que cada instituição tem o seu foco de interesse, porém há dados comuns desses acidentes que apresentam um potencial de conhecimento do fenômeno sob uma concepção macro.

No que diz respeito à integração entre as entidades públicas, não se restringe apenas ao compartilhamento de suas informações em uma base de dados nacional. Em visitas técnicas realizadas em alguns órgãos públicos, constatou-se que não há a cultura de uma entidade pública marcar uma visita técnica a uma outra a fim de buscar soluções. Há diversas entidades públicas, tanto na administração direta quanto na indireta, que têm o potencial de trocas de experiências com o intuito de buscar solução para um determinado fim. Porém, deve-se ter cuidado que o intuito é de compartilhar um problema e ouvir uma opinião, ou até mesmo estabelecer um convênio para a busca de uma solução. O que não se pode interpretar é que o fruto de uma visita técnica será a solução perfeita, sob medida de um determinado problema. O que está se compartilhando são ideias e conhecimento. O trabalho braçal consiste à entidade que vive o problema. Se a entidade consultada puder ajudar em algum aspecto, ótimo;

porém, a responsabilidade e o trabalho na busca da solução são da entidade que vive o problema.

Quanto ao desempenho das entidades governamentais relacionado a produtos perigosos, são mencionadas apenas as agências federais a fim de limitar a abordagem, porém o mesmo se aplica às entidades das esferas estaduais e municipais.

Iniciando pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, implantada desde janeiro de 1998 pelo Decreto nº 2.455, essa agência é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil. Dentre suas atribuições, está a ação de fiscalizar as atividades das indústrias reguladas, diretamente ou mediante convênio com outros órgãos públicos.

Do contato feito com a ANP, teve-se o conhecimento de que a agência recebe os informes relacionados aos acidentes, porém não há nenhum sistema para cadastrar esses registros; o que se sabe é que a ANP recebe e guarda os registros desses acidentes.

A Portaria ANP nº 3/2003 tornou obrigatória a comunicação à ANP de incidentes pelos concessionários e empresas autorizadas pela Agência a exercer as atividades de exploração, produção, refino, processamento, armazenamento, transporte e distribuição de petróleo, seus derivados e gás natural, biodiesel e mistura de óleo *diesel*, biodiesel no que couber.

O entendimento de “incidente” constante na referida portaria é qualquer ocorrência que decorra de fato ou ato intencional ou acidental envolvendo:

- Risco de dano ao meio ambiente ou à saúde humana;
- Dano ao meio ambiente ou à saúde humana;
- Prejuízos materiais ao patrimônio próprio ou de terceiros;
- Fatalidades ou ferimentos graves em pessoal próprio ou para terceiros;
- Interrupção não programada das operações da instalação por mais de 24 horas.

De acordo com o *site* da agência: ANP (2009): Os incidentes ocorridos nas atividades de exploração e produção devem ser informados imediatamente à ANP, caso se enquadrem na definição da Portaria ANP nº 3/2003. A comunicação de incidentes, conforme a Portaria ANP nº 3/2003, deve ser feita pelo correio eletrônico: incidentes@anp.gov.br e/ou pelo fax (21) 2112-8429.

No tocante aos registros recebidos pela ANP, é extremamente importante que essa agência tenha uma sistemática de registro e abordagem desses acidentes não só para o cumprimento de sua atribuição, como também para a disponibilização dos dados para a sociedade. A disponibilização desses dados é importante não só para o propósito das universidades em gerar conhecimento do fenômeno no âmbito de prevenção, análise de risco e outros aspectos, como também para as seguradoras e entidades ligadas à indústria de petróleo.

No escopo da Agência Nacional do Transporte Terrestre – ANTT, a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, no artigo 22, inciso VII, estabelece que “constitui esfera de atuação da ANTT o transporte de produtos perigosos em rodovias e ferrovias”. Ainda na mesma lei, no artigo 24, inciso XIV, determina que “cabe à ANTT, em sua esfera de atuação, como atribuição geral, estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativas às operações de transporte terrestre de produtos perigosos”.

Já quanto à Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, a Lei nº 10.233, no artigo 23, inciso IV, estabelece que “constitui esfera de atuação da ANTAQ o transporte aquaviário de produtos perigosos”.

Ainda a Lei nº 10.233, no artigo 20, menciona que são objetivos das Agências Nacionais de Regulação dos Transportes Terrestre e Aquaviário: regular ou supervisionar, em suas respectivas esferas e atribuições, as atividades de prestação de serviços e de exploração da infra-estrutura de transportes, exercidas por terceiros, com vistas a: garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas.

Da mesma forma que a ANP, a ANTT e a ANTAQ não têm publicado a fiscalização e/ou a série histórica da fiscalização dos acidentes com produtos perigosos.

No capítulo 3, têm-se algumas análises das causas de derramamento de petróleo ocasionadas por petroleiros no mundo em um período de 10 anos. Dessas análises, pode-se constatar que, se refletidas as causas em duas categorias – 7 a 700 toneladas e superior a 700 toneladas –, tem-se um comportamento distinto de hierarquização das causas.

Das oito causas identificadas nas duas categorias, tem-se apenas uma que apresenta a hierarquização e o percentual próximo, intitulada “colisão”. E a causa “armazenamento de combustível” apresenta registro apenas na estatística da categoria superior a 700 toneladas. As seis causas restantes não apresentam a mesma hierarquização e nem percentuais próximos. O percentual mais discrepante é a da causa explosão, em que, para uma categoria, representa 1% e, para a outra, 9%. As demais são: terminais de carga e descarga, ancoragem, causas desconhecidas, quebra de casco e outras operações.

Dessas constatações, é relevante a reflexão a respeito do cuidado com as análises dos acidentes com produtos perigosos. Uma evidência de tal fato reporta-se ao analisado no capítulo 3. Dentre o universo dos acidentes com produtos perigosos, sabe-se que os acidentes com petróleo e derivados apresentam características de causas e consequências comuns. E restringindo mais ainda a análise desses acidentes, focando esse universo, contemplando apenas os que ocorrem com os petroleiros, tem-se, assim, um comportamento mais comum ainda. No entanto, se analisadas as causas de derramamentos ocasionados por petroleiros em duas categorias, constatam-se discordâncias entre as categorias (vale ressaltar que a referida amostra corresponde às causas de 10 anos).

Dessa forma, evidenciam-se, assim, o cuidado e o critério técnico a ser dados na análise de acidentes com produtos perigosos; conforme demonstrado, um determinado fenômeno analisado até um quarto nível de especificidade tem o potencial de apresentar comportamento distinto nesse nível. Entende-se como primeiro nível: produtos perigosos; segundo nível: petróleo e derivados; terceiro nível: ocorrências com

petroleiros; e quarto nível: categoria de derrame de 7 a 700 toneladas e superior a 700 toneladas.

Um outro aspecto a ser ponderado deve-se ao entendimento da presença de petróleo no mar. Um exame abrangente da quantidade, destinos e efeitos dos hidrocarbonetos do petróleo sobre o meio ambiente é uma grande empreitada. Os lançamentos de petróleo no ambiente marinho podem ocorrer em uma variedade de formas e magnitudes e o seu impacto varia muito, visto que cada lançamento abrange uma combinação única de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Nesse sentido, sabe-se que o Brasil necessita ainda percorrer um longo caminho para ter um nível de maturidade e conhecimento técnico condizente com esse problema. No entanto, têm-se nesta tese o registro e os aspectos relevantes da evolução ocorrida nos Estados Unidos a respeito do tema. Essa evolução corresponde a um período de cerca de 33 anos, que percorre desde 1970, com o incômodo dos pesquisadores em perceber uma quantidade significativa de poluentes nas águas marinhas, até 2003, com a publicação do NAS (2003). Sem contar outras publicações intermediárias, que contribuíram para o amadurecimento do tema exposto no NAS (2003).

Não se tem a pretensão de dizer que esta tese possa contribuir em um encurtamento de 33 anos na compreensão desse fenômeno para o Brasil. No entanto, sabe-se que as referências citadas, as análises expostas e as reflexões contribuem para que o Brasil possa, em um período de tempo bem inferior a 33 anos, ter um nível de maturidade e conhecimento próximo ao dos Estados Unidos.

Tal aspecto tem o intuito de contribuir para que o nosso País não perca tanto tempo e recurso desnecessariamente, uma vez que o compartilhamento dos erros e acertos de outras nações propicia ao Brasil minimizar esforços e recursos e maximizar resultados. Além disso, a cada ano que se tem no Brasil o desconhecimento sistemático desse problema, tal fato impacta o diagnóstico, o avanço da legislação e os esforços na busca de solução, ocasionado, assim, um maior risco ao meio ambiente.

Sabe-se também que a magnitude dessa ameaça varia muito conforme o tamanho, a composição, a localização e o momento em que o lançamento ocorre, suas

interações com os diferentes processos que afetam o material depois que ele foi lançado e a sensibilidade dos organismos expostos.

No capítulo 2, há uma quantidade significativa de sistemas relacionados a produtos perigosos; no entanto, como bem exposto por MMA (2003): O Brasil não possui um sistema estruturado de informações sobre o transporte de produtos perigosos, o que prejudica o entendimento da gravidade do problema. Contudo, vários estados possuem um sistema de atendimento emergencial que prevê a ação coordenada dos órgãos de fiscalização do transporte rodoviário, concessionárias de rodovias, órgãos de defesa civil e órgãos de meio ambiente (MMA, 2003).

Recomenda-se assim que haja no Brasil um sistema de informações do transporte de produtos perigosos que abranja todos os Estados e que seja dotado de quatro atributos essenciais: exatidão científica, adequabilidade, acessibilidade e inteligibilidade.

6.1. Investigações Realizadas no Amazonas

Tendo em vista um dos objetivos iniciais de desenvolver a tese voltada para a região amazônica, fez-se uma investigação no Estado do Amazonas em 2006.

Dessa forma, foram realizadas visitas técnicas às seguintes instituições: Federação das Indústrias do Estado do Amazonas – FIEAM, Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária – INFRAERO, Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA. Nessas visitas, constatou-se a não existência de trabalhos qualitativos, nem quantitativos, voltados ao transporte de produtos perigosos.

Além das citadas instituições, houve visitas a instituições particulares que movimentam produtos perigosos, tais como: Porto Chibatão, no Porto Privativo de Uso Misto da Super Terminais Comércio e Indústria Ltda., e a empresa aérea ABSA Cargo Airline. Nessas instituições foram compartilhadas experiências; no entanto, como toda entidade privada sujeita a concorrência, os seus dados são sigilosos.

Já no Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM foi informado que no período de 2003 a 2005 houve esforços para a realização de um projeto voltado para produtos perigosos. O objetivo era a realização de análise de risco aplicada ao transporte de produtos perigosos na área urbana no Município de Manaus; porém, devido a diversas questões, as equipes no SIPAM foram desfeitas e não houve mais condições de desenvolver este projeto.

O referido projeto chegou a realizar em 2005 oficina de trabalho com a participação de Secretarias Municipais de Defesa Civil, de Obras e Saneamento Básico, de Limpeza Urbana e Serviços Públicos, de Saúde e de Meio Ambiente, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Exército Brasileiro, Centro da Indústria do Estado do Amazonas – CIEAM, Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM, Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, Polícia Rodoviária Federal, Empresa Nacional de Transportes Urbanos de Manaus – EMTU e Conselho Regional de Química – CRQ.

A participação de diversos órgãos deve-se ao objetivo do trabalho, que era promover, por intermédio de subsídios técnicos e analíticos, diretrizes para disciplinar e ordenar ações na definição de políticas públicas a ser regulamentadas pela Prefeitura de Manaus visando à proteção da sociedade e do meio ambiente.

Os esforços do projeto visavam à proposta de solução integrada dos principais problemas do Município de Manaus, especificamente:

- Análise do cenário do Município quanto ao transporte de produtos perigosos;
- Elaboração de ferramentas para subsidiar as políticas públicas;
- Contribuição para as regulamentações no nível municipal, referentes ao transporte de produtos perigosos;
- Proposição de mecanismos de controle, monitoramento e fiscalização das ações mitigadoras dos riscos analisados.

Diante das investigações realizadas no Amazonas e do contato com diversas instituições e profissionais, constatou-se a inviabilidade do desenvolvimento desta tese

voltada para a Amazônia. Tal constatação foi fundamentada não só nas questões contempladas na visita técnica, nos recursos humanos e financeiros disponíveis para a pesquisa, como principalmente devido à ausência de dados básicos disponíveis nas instituições públicas.

Dessa forma, contempla-se no Estado do Amazonas a necessidade do desenvolvimento de trabalhos contínuos na identificação, localização e rotas de produtos perigosos. No entanto, o tema “produtos perigosos” não se limita aos aspectos tão básicos citados; porém, sem o conhecimento desses aspectos básicos, não há condições mínimas de iniciar a exploração de conhecimento desse assunto.

Contudo, constatam-se, no âmbito da engenharia de transportes, deficiências na região amazônica não só quanto aos produtos perigosos, como em diversos aspectos conforme os seguintes autores:

NAZARÉ (1992): “a questão do planejamento dos transportes na Amazônia caracteriza-se pela ausência de um planejamento integrado para infraestrutura de transportes, com repercussões sociais e econômicas”.

FREITAS *et al.* (2006): “Ressalta-se que uma das áreas que têm sido apontadas como um dos principais gargalos ao desenvolvimento do Polo Industrial de Manaus e do Interior da Região Amazônica reporta-se às áreas de planejamento de transportes e logística.”

A fim de se ter um entendimento melhor, porém com uma visão mais profunda da região amazônica, excedendo, assim, os produtos perigosos e a engenharia de transportes e focando na gestão do conhecimento, VAL (2005) compartilha a seguinte observação: apenas 38% do conhecimento gerado na Amazônia são feitos no Brasil; desse total, 50% são realizados por pesquisadores que moram na região. Em 2004, os Estados Unidos contavam com 427 estudos sobre a Amazônia; desses, 84 foram realizados em cooperação com pesquisadores brasileiros. Dessa forma, constata-se, de um lado, uma vasta área do conhecimento a ser explorada e, de outro, uma restrita atuação de pesquisadores brasileiros.

Tal fato pode ser mais bem compreendido segundo os dados do CNPQ (2005) apud FREITAS *et al.* (2006): cerca de 80% dos doutores estão nas regiões Sul e Sudeste, e apenas 4% na região Norte, o que explicita as restrições existentes na região amazônica quanto a recursos humanos especializados para as universidades formarem pessoal e desenvolverem as suas pesquisas.

Ainda segundo FREITAS *et al.* (2006): O setor acadêmico na Amazônia depara-se, com muita intensidade, com carência de dados confiáveis para subsidiar processos de decisão, assim como para a construção de trabalhos acadêmicos. A falta de dados básicos confiáveis de produção, no presente, influencia negativamente na projeção da demanda por transporte no futuro. Nesse caso, os cenários futuros devem ser encarados com reservas, mas com a convicção de que, sem eles, não será possível o planejamento regional em termos sustentáveis, principalmente nos transportes.

6.2. Considerações Finais

O capítulo explorou os principais problemas inerentes ao tema transporte de produto perigoso no Brasil. Apesar de a aplicabilidade das reflexões ser para o cenário nacional, as fundamentações utilizadas consistiram nas literaturas técnicas nacional e internacional.

Foram também apresentadas as investigações realizadas no Amazonas, as quais foram frutos das pesquisas iniciais da tese.

No capítulo a seguir têm-se as principais conclusões e recomendações constatadas no desenvolvimento desta tese sob as concepções quantitativas e qualitativas do transporte de produtos perigosos no Brasil.

CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões

Após investigações realizadas na literatura técnica nacional e internacional, constatou-se que no âmbito nacional, a estatística estadual realizada pela CETESB é a mais adequada, no tocante a produtos perigosos. Tal fato corrobora a hipótese de adotá-la como padrão a ser utilizada por todas as unidades federativas do Brasil. Além disso, foi possível moldar a estatística da CETESB de acordo com a metodologia encontrada na literatura internacional (KHAN e ABASSI, 1999). Tal fato propiciou o confronto do comportamento desses acidentes no cenário nacional com o cenário internacional. E a amostra de acidentes reportados no referido confronto foi superior a 6.600 registros.

Apesar de o Brasil não ter um sistema único integrado aos Estados a respeito do transporte de produtos perigosos, nem uma estatística nacional sobre esse tema, há algumas informações gerais que possibilitam uma dimensão da grandeza do transporte de produtos perigosos no Brasil:

- A indústria química brasileira, em 2007, apresentou um faturamento líquido de 104 bilhões de dólares, sendo classificada como uma das nove maiores indústrias químicas do mundo (ABIQUIM, 2009);
- Dados da PRF demonstram que, dos acidentes envolvendo carga, os produtos perigosos respondem por 4,2% dos acidentes que envolvem carga e por 1,4% dos acidentes (1.531 ocorrências) em relação ao total de acidentes (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006);
- Somente na cidade de São Paulo, diariamente 10 mil caminhões carregados de produtos perigosos rodam pela capital (GRUPO ESTADO, 2006);
- No período de um ano no Estado de São Paulo, a perda de carga de produtos químicos em acidentes foi da ordem de 5,7 milhões de reais. Esse registro consistiu em uma amostra de 244 observações (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006);
- Tem-se o conhecimento de um acidente no trânsito de São Paulo, em que a perda de 25 t de destiladores de alcatrão de hulha, um tipo específico de óleo derivado de petróleo, ocasionou um gasto de 1 milhão de reais, entre limpeza

do local, transporte e descarte de resíduos, atendimento emergencial, multa e danos (IPEA, DENATRAN e ANTP, 2006).

Além da pesquisa quantitativa realizada no âmbito nacional, foram feitas também a referida pesquisa no âmbito internacional e a comparação entre ambas as pesquisas.

Comparando os acidentes com produtos perigosos registrados no Brasil e na literatura internacional, constataram-se comportamentos distintos. As referidas análises foram concebidas segundo a metodologia de KHAN e ABASSI (1999), literatura internacional adotada, a qual apresenta um universo de 3.222 acidentes; e segundo CETESB (2005), representando a referência nacional utilizada, apresentando, assim, um quantitativo de 3.463 acidentes. Das análises, constatou-se:

- Enquanto na literatura internacional a maior ocorrência de acidentes encontra-se nas instalações fixas (54%) e a menor no transporte (41%), no Brasil, ocorre o oposto: a menor em instalações fixas (15%) e a maior no transporte (70%). Diante de tais percentuais, é necessária a seguinte observação: tem-se a identificação de outros de 5% na literatura internacional e 15% na literatura nacional.
- No que diz respeito à atividade de transporte, enquanto a literatura internacional apresenta a maior incidência nas ferrovias (37%), no Brasil a ferrovia apresenta o menor índice (2%) e o rodoviário, o maior percentual (84%), enquanto, nos dados internacionais, o rodoviário responde por 29%. O único percentual que apresentou percentuais próximos foi o marítimo: nacional (8%) e internacional (6%). E, por fim, o dutoviário: nacional (6%) e internacional (16%). Cabe a seguinte ressalva: no internacional há um percentual de 10% correspondente à navegação interior e carregamento e descarregamento de produtos químicos.

Das constatações oriundas do confronto dos dados nacionais *versus* os dados internacionais, há a evidência que o fenômeno “acidentes no transporte de produto perigoso” tem um comportamento bem distinto. E sabe-se que essa distinção é fruto não só das ocorrências dos acidentes, como também da cultura de registro de acidentes: que vai desde o desleixo do registro até a omissão desses acidentes para ocultar erros.

Além dos aspectos mencionados, deve ser considerada a matriz de transporte de cada país, o que proporcionaria uma noção superficial do comportamento desses acidentes. Porém, o que proporcionaria uma melhor sensibilidade seria o conhecimento da matriz de transporte de produtos perigosos. Só para se ter uma noção da possibilidade da existência da citada matriz, nos Estados Unidos a NFPA tem o registro de que apenas 4% do transporte de carga realizado por ferrovias são ocupados por produtos perigosos (ARAÚJO, 2001). No Brasil ainda não se dispõe dessa estatística. Mais uma vez, evidencia-se, assim, a ausência de estatística, a qual impacta o conhecimento desse fenômeno. E o conhecimento é a principal premissa para se poder resolver de forma eficaz um problema.

Dentre as várias constatações observadas por estudiosos nesse tema, merece atenção uma observação feita por MILAZZO *et al.* (2002). A referida constatação merece destaque não só por sua pertinência, como também pelo fato de que essa observação só foi encontrada nesse artigo que, traduzido, faz a seguinte menção: Resultados de estudos têm confirmado que incidentes relatados no transporte de produtos perigosos são comparáveis em número e magnitude àqueles ocorridos em instalações químicas. Na realidade, ainda que a capacidade de um veículo-tanque seja menor do que o tanque de armazenagem em uma instalação química, acidentes durante o transporte de produtos perigosos frequentemente ocorrem em áreas de território que não são suficientemente controladas ou protegidas, assim como naquelas de alta densidade populacional ou de beleza natural e de importância histórica.

De acordo com as análises realizadas no capítulo 3, sob uma amostra de 3.463 acidentes ocorridos no Brasil de 1989 a 2004, têm-se as seguintes constatações:

- Contemplando as sete principais atividades de acidentes químicos, têm-se em ordem decrescente os seguintes percentuais: transporte rodoviário (58,6%); postos de combustíveis (15,5%); indústria (11,1%); transporte marítimo (5,8%); transporte dutoviário (3,8%); armazenamento (3,6%); e transporte ferroviário (1,6%);
- Focando somente no universo da atividade de transporte, há as seguintes participações: rodoviário (83,9%); marítimo (8,4%); dutoviário (5,4%); e ferroviário (2,3%);

- Das sete principais atividades de acidentes químicos, o líquido inflamável é o produto que apresenta o maior registro em acidente por atividade, e em cinco das sete atividades o líquido inflamável é o de maior incidência. Nas outras duas atividades, a maior incidência reporta-se aos gases. Após o líquido inflamável, os gases representam o produto de maior incidência por atividade.

De acordo com essas análises, constata-se no Brasil a necessidade de uma priorização de atuação e investimento sobre o modal rodoviário no que tange à segurança, haja vista a sua participação, o seu perigo e o seu crescimento nas ocorrências de acidente químico.

Ainda no âmbito das referidas análises, as empresas que manuseiam produto perigoso não podem interpretar que o transporte é o seu principal risco, pois a pesquisa reporta-se a uma abordagem global, tendo como amostra o Estado de São Paulo. A atividade de maior risco de cada empresa dependerá de suas peculiaridades.

Conforme já exposto, as constatações apresentadas fundamentam-se em uma amostra de 3.463 acidentes ocorridos no Estado de São Paulo. Dentro desse contexto, torna-se necessário despertar os outros Estados brasileiros, principalmente os de maior participação do PIB, para o desenvolvimento desse registro de dados. Essa constatação tem o intuito de conhecer o problema para que se possam realizar uma fiscalização e uma gestão mais dirigida à redução desses acidentes. Uma atuação governamental bem fundamentada e dirigida minimiza custos e esforços e maximiza os resultados.

Uma outra constatação fruto do desenvolvimento desta tese diz respeito à necessidade de as entidades brasileiras e internacionais adotarem uma padronização das coletas de dados. Esse fato tem o intuito de que as empresas, os Governos estaduais e federais venham a ter uma base de dados padronizada que possa ser consolidada a fim de conhecer melhor esse problema. Pois, como resolver algo que não se conhece?

Depois de expostas as principais questões relacionadas aos produtos perigosos de forma abrangente, têm-se a seguir as inferências específicas de um dos universos dos produtos perigosos, que são os petróleos e derivados.

Dentre os acidentes mais conhecidos no âmbito de petróleo e derivados são os derramamentos. E tem-se um sentimento na sociedade que, quanto maior o volume de derramamento, maior é o impacto do acidente. Só que o volume não pode ser considerado como o principal parâmetro, e sim um dos principais parâmetros. Segundo NAS (2003), até um pequeno derramamento no lugar errado, na hora errada, pode causar danos a organismos específicos ou a populações inteiras. E nem todo derramamento de igual magnitude terá o mesmo impacto ambiental. Ainda sob a concepção do mesmo autor: o efeito dos lançamentos de petróleo não está diretamente relacionado ao volume. Na verdade, trata-se de uma função complexa que resulta da interação entre a velocidade de lançamento, a natureza do petróleo lançado (e das proporções de compostos tóxicos nele contidos) e do local físico, bem como do ecossistema biológico exposto.

Ainda há muitos questionamentos com relação aos aspectos relacionados aos derramamentos de petróleo, e a busca de conhecimento na literatura internacional se evidencia nas constatações de NAS (2003), que declara: “muito do que se sabe sobre o destino e efeito do petróleo derramado vem de muito poucos derramamentos bem estudados”.

Entre os efeitos letais já conhecidos decorrentes da exposição de hidrocarboneto de petróleo estão: danos causados aos mecanismos de alimentação, taxas de crescimento, taxas de desenvolvimento, energéticos, resultado reprodutivo, taxas de recrutamento e aumento da suscetibilidade a doenças e outros transtornos histopatológicos (CAPUZZO, 1987).

Uma outra constatação reporta-se ao cuidado que se deve ter com as análises dos acidentes com produtos perigosos. Uma evidência de tal fato reporta-se ao analisado no capítulo 3. Dentre o universo dos acidentes com produtos perigosos, sabe-se que os acidentes com petróleo e derivados apresentam características de causas e consequências comuns. E restringindo mais ainda a análise desses acidentes, focando esse universo, contemplando apenas os que ocorrem com os petroleiros, tem-se, assim, um comportamento mais comum ainda. No entanto, se analisadas as causas de derramamentos ocasionados por petroleiros em duas categorias, constatam-se

discordâncias entre as categorias (vale ressaltar que a referida amostra corresponde às causas de 10 anos).

Dessa forma, evidenciam-se, assim, o cuidado e o critério técnico a ser dados na análise de acidentes com produtos perigosos; conforme demonstrado, um determinado fenômeno analisado até um quarto nível de especificidade tem o potencial de apresentar comportamento distinto nesse nível. Entende-se como primeiro nível: produtos perigosos; segundo nível: petróleo e derivados; terceiro nível: ocorrências com petroleiros; e quarto nível: categoria de derrame de 7 a 700 toneladas e superior a 700 toneladas.

No que diz respeito aos sistemas de informações relacionados aos produtos perigosos no Brasil, apesar de haver uma quantidade significativa desses sistemas, o País não possui um sistema estruturado de informações sobre o transporte de produtos perigosos que abranja todos os Estados. Tal fato prejudica o entendimento da gravidade do problema. Contudo, vários Estados possuem um sistema de atendimento emergencial que prevê a ação coordenada dos órgãos de fiscalização do transporte rodoviário, concessionárias de rodovias, órgãos de defesa civil e órgãos de meio ambiente. Constata-se também, nesse sentido, uma falta de padronização na coleta de dados e no tratamento estatístico dos indicadores das poucas instituições que se propõem realizar tais trabalhos.

As informações referentes à gestão de substâncias químicas encontram-se disseminadas em muitas instituições, dificultando a sua localização, e, em alguns casos, sendo geradas em duplicidade ou com características contraditórias. Aliado a isso, mostram-se insuficientes, apresentando, assim, várias lacunas, tais como: identificação de substâncias, localização, distribuição e outras. As informações encontradas são assistemáticas e não dotadas de estruturação que possibilite intercâmbios intra ou interinstitucionais. E ainda há muitas informações disponíveis na forma impressa, carecendo, assim, de uma base de dados digitalizada.

Tais observações feitas no âmbito dos sistemas de informações têm o intuito de apresentar as constatações do que ocorre no Brasil, pois a ausência dessas informações contribui para que: as tomadas de decisão na gestão pública sejam realizadas sem

fundamentação; os recursos e esforços pertinentes aos problemas decorrentes dessas atividades sejam mal empregados; e haja uma inviabilidade de acompanhamento eficaz da evolução ou regressão dos problemas relacionados aos produtos perigosos. Além disso, impossibilita também avaliar a eficácia dos esforços e recursos públicos empregados.

E segundo as investigações, tanto nas literaturas técnicas nacionais como internacionais, chegou-se a uma concepção estruturada da identificação das principais atividades, relacionadas a acidentes com petróleo e derivados. As referidas atividades totalizam sete, sendo: transporte, extração, consumo, exsudação natural, armazenagem, indústria e postos de combustíveis.

Uma outra constatação é que a ANP, a ANTT e a ANTAQ não têm publicado a fiscalização e/ou a série histórica dos acidentes com produtos perigosos. Vale registrar que a ANP recebe as ocorrências dos acidentes com petróleo e derivados, porém não torna públicas tais informações para a sociedade.

Para finalizar este tópico, o transporte de produto perigoso é uma fonte de risco para a sociedade e para o meio ambiente, porém a ausência de conhecimento impede que se saiba lidar com tal fenômeno.

Em outras palavras, pode-se utilizar uma célebre frase de Albert Einstein, a qual: “O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer.” Da mesma forma ocorre no tocante aos riscos do transporte de produto perigoso. Essa atividade é dotada de riscos significativos no âmbito físico, biótico e antrópico, porém tais riscos são ignorados em seus diversos aspectos.

7.2. Recomendações

De acordo com o desenvolvimento desta tese, constataram-se várias necessidades existentes no Brasil que precisam ser supridas, não no sentido de começar a resolver o problema, mas a conhecê-lo. Dentre essas necessidades, constatam-se as seguintes:

- a) Pesquisar e tornar públicos o quantitativo da produção e o consumo de produtos perigosos existentes no Brasil, bem como o fluxo de tais produtos;
- b) Identificar os produtos perigosos e seu quantitativo no que diz respeito à importação e exportação, bem como o fluxo desses produtos;
- c) Conhecer o quantitativo de acidentes ocorridos no transporte de produtos perigosos segundo sua classe e modal;
- d) Contabilizar o valor de perda de carga de produtos químicos ocorrida nos acidentes;
- e) Contabilizar os custos da reposição das áreas degradadas, multas, bem como o tempo necessário.

Vale ressaltar que os itens apontados devem ser realizados anualmente, com comentários e reflexões de especialistas de cada classe de produtos perigosos.

Ainda no que diz respeito à estatística, as secretarias estaduais e municipais de meio ambiente precisam dar um tratamento homogêneo aos produtos perigosos. Essa observação deve-se ao fato da necessidade de integração de dados e de ocorrências. Isso não significa dizer que as secretarias tenham de estar engessadas sob uma única concepção. Pelo contrário, deve-se dar liberdade para o crescimento e o amadurecimento do tema de acordo com sua regionalidade, porém ciente de que suas informações básicas serão integradas com as de outras secretarias. O mesmo vale para as secretarias de transporte, as agências de meio ambiente e as agências reguladoras de transporte.

No que diz respeito à Petrobras, constatou-se, no seu balanço social e ambiental, que há apenas informações do quantitativo de vazamentos de petróleo e derivados por ano.

Nesse sentido, seria relevante também constar o número de ocorrências, bem como uma estatística das ocorrências por atividades que ocasionaram tais vazamentos. Dentro desse aspecto, como a Petrobras é uma referência nacional e apresenta uma organização e credibilidade em seus dados, por que não se ter, além do Relatório Anual, Balanço Social e Ambiental, também um Relatório Acadêmico? O referido relatório poderia conter um detalhamento maior dos dados técnicos constantes do Relatório

Anual e do Balanço Social. Tais informações desse Relatório Acadêmico proporcionariam um parâmetro a mais para as universidades na reflexão da engenharia. Os mestrandos e doutorandos muitas vezes perdem muito tempo na busca e condensação de informações, e a Petrobras, democratizando tais informações, contribuiria, assim, para um melhor aproveitamento desses esforços e para o engrandecimento da engenharia.

A referida sugestão é mais uma oportunidade de a Petrobras ser pioneira, e após amadurecida tal iniciativa, ficaria mais fácil disseminar tal cultura para as demais organizações de grande porte no Brasil.

No âmbito dos cursos de pós-graduação de engenharia de transporte, tem-se a seguinte proposição: na linha de pesquisa transporte de carga, ter uma vertente de transportes especiais. Os transportes especiais englobariam o transporte de produtos perigosos, resíduos perigosos ou não, cargas excepcionais e indivisíveis, cargas perecíveis e cargas vivas.

No tocante à necessidade de pesquisa relacionada a petróleo e derivados no Brasil, constatam-se as seguintes necessidades:

- a) Identificar fontes naturais e antropogênicas de hidrocarbonetos que chegam ao ambiente marinho;
- b) Identificar e avaliar, na medida do possível, as fontes de informação quantitativa em relação ao volume de hidrocarbonetos lançados no ambiente marinho por todas as fontes;
- c) Desenvolver e resumir as estimativas quantitativas de lançamento de hidrocarbonetos no ambiente marinho com ênfase em cada Estado brasileiro;
- d) Avaliar e discutir as características físicas e químicas, bem como o comportamento desses hidrocarbonetos;
- e) Avaliar e discutir o transporte e destino de várias misturas de hidrocarbonetos no ambiente marinho;
- f) Avaliar e discutir os efeitos dessas misturas sobre os organismos marinhos desde o nível subcelular ao ecossistema;
- g) Estudar os principais fatores biológicos considerados para determinar o impacto ecológico de qualquer lançamento: a capacidade dos organismos de acumular e

metabolizar diversos hidrocarbonetos, o destino e o efeito dos produtos metabolizados, a interferência do hidrocarboneto específico (ou metabólitos) nos processos metabólicos normais que possa alterar a probabilidade de sobrevivência e reprodução no ambiente do organismo, além do efeito narcótico dos hidrocarbonetos sobre a transmissão nervosa;

- h) Avaliar o risco relativo para o ambiente marinho representado por cada mistura de hidrocarbonetos de combustível fóssil ou tipo de lançamento, dada sua fonte, abundância e comportamento, bem como os organismos e os ecossistemas afetados;
- i) Investigar os efeitos decorrentes dos derramamentos no ecossistema, sob as seguintes exposições: a longo prazo, crônicas e em baixos níveis;
- j) Investigar os impactos ecológicos decorrentes das descargas de águas produzidas tanto em *habitats* costeiros quanto em águas profundas;
- k) Desenvolver estudos a fim de conceber sistemas de resposta rápida com a finalidade de coletar informações no local sobre o comportamento e impactos de derramamentos. Tal sugestão visa a compreender melhor o comportamento e os efeitos desse fenômeno;
- l) Investigar os efeitos dos lançamentos crônicos e catastróficos de petróleo;
- m) Investigar os efeitos associados aos resíduos de óleo que permanecem depois que os esforços de limpeza tenham sido concluídos;
- n) Desenvolver metodologias de abordagem com o intuito de estudar os destinos e efeitos do petróleo logo após o derramamento, bem como estabelecer os parâmetros de monitoramento desses derramamentos;
- o) Identificar e promover técnicas de extração de petróleo que minimizem escapes acidentais ou intencionais de petróleo no meio ambiente.

Ainda no que diz respeito às pesquisas relacionadas a petróleos e derivados no Brasil, torna-se necessário o conhecimento de metodologias de estimativas de lançamento de hidrocarbonetos de diversas fontes na literatura internacional. O intuito consiste na identificação de metodologia mais adequada ao Brasil, ou na concepção de uma metodologia própria.

No tocante aos registros de acidentes recebidos pela ANP, é extremamente importante que essa agência tenha uma sistemática de registro e abordagem desses

acidentes não só para o cumprimento de sua atribuição, como também para a disponibilização desses dados para a sociedade. A disponibilização desses dados é importante não só para o propósito das universidades em gerar conhecimento do fenômeno no âmbito de prevenção, análise de risco e outros aspectos, como também para as seguradoras e entidades ligadas à indústria de petróleo.

Da mesma forma que a ANP, a ANTT e a ANTAQ precisam publicar a fiscalização e/ou a série histórica da fiscalização dos acidentes com produtos perigosos.

No âmbito da Amazônia, tem-se a necessidade de identificar a origem, o destino e o fluxo de produtos perigosos. Tal observação foi constatada em visita técnica realizada na região. Um outro aspecto constatado deve-se à necessidade de estudos que abordem o emprego de mercúrio na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIQUIM, 2009, *A indústria química – estatísticas*. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain&pag=estat>>. Acesso em: 12 jan. 2009.
- AGÊNCIA BRASIL, 2007, *Falta de água potável no mundo aparece relacionada a 80% das mortes e doenças*, 2007. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/03/22/materia.2007-03-22.6414269867/view>>. Acesso em: 2 abr. 2007.
- AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE, 2007, *Ambiente na Europa – Quarta Avaliação*. Disponível em: <http://reports.eea.europa.eu/state_of_environment_report_2007_2/pt/Summary_Belgrade_PT.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2009.
- ALBERT, L. A. 2005a, *Os acidentes químicos na América Latina. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/acciqal/index.html>>. Acesso em: 12 ago. 2005.
- _____, 2005b, *Acidentes envolvendo substâncias químicas. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*, 2005b. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/acciqal/>>. Acesso em: 12 ago. 2005.
- AMBIENTE BRASIL, 2008, *Petróleo*. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/petroleo/index.html&conteudo=./energia/petroleo/petroleo.html>>. Acesso em: 10 out. 2008.
- AMBIENTE BRASIL, 2009, *Principais acidentes da indústria petrolífera no mundo*, 2009. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/petroleo/index.html&conteudo=./energia/petroleo/vazamentos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

- AMBRÓSIO, M. C. R.; FILHO, J. D.; MOTHÉ, C. G., 2006, *Desenvolvimento de Material cerâmico para remediação de óleo*. Rio Oil & Gás Expo and Conference 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo.
- ANP, 2009, *Acompanhamento de incidentes*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/incidentes.asp>.
- ANTP; IPEA, 2004, *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras*.
- ANTT, 2009, *Perguntas freqüentes. Transporte de produtos perigosos*. Disponível em: http://www.antt.gov.br/faq/produtos_perigosos.asp. Acesso em: 16 mar. 2009.
- ANUÁRIO DO TRANSPORTE DE CARGA, 2005, *Revista do Transporte Moderno*, São Paulo: OTM, ano 10, n. 10, 2005.
- ARAGÓN, L. E., 2001, *Ciência e educação superior na Amazônia: desafios e oportunidades de cooperação internacional*. Belém: UNAMAZ/NAEA.
- ARAÚJO, G. M., 2001, *Regulamentação do transporte terrestre de produtos perigosos comentada*. 1. ed. Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D., 2006, *Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo: ambientes costeiros, estuarinos e fluviais*. Cenpes/Petrobras.
- BELEM, C. P.; VARGAS, R. M. F., 2008, Redução da emissão de VOCs durante carga e descarga de hidrocarbonetos líquidos em indústrias petroquímicas. *Revista da Graduação*. Editora Universitária da PUCRS – EDIPUCRS, v. 1, n. 2. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/issue/current>.
- BENTZ, C. M., 2006, *Reconhecimento automático de eventos ambientais costeiros e oceânicos em imagens de radares orbitais*. Tese (D.Sc. pela COPPE) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- BERTHOU, F.; BALOUET, G.; BODENNEC, G. et al., 1987, The occurrence of hydrocarbons and histopathological abnormalities in oysters for seven years following the wreck of the Amoco Cadiz in Brittany (France). *Marine Environmental Research*, n. 23, p. 103-133.
- BOESCH, D. F.; RABALAIS, N. N., 1989a, *Produced waters in sensitive coastal habitats: an analysis of impacts, central coastal Gulf of Mexico*. OCS Report/MMS 89-0031. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico, OCS Regional Office, Nova Orleans (LA).
- BOESCH, D. F.; RABALAIS, N. N., 1989b, *Environmental impact of produced water discharges in coastal Louisiana*. Report to The Louisiana Division of the Mid-Continent Oil and Gas Association. Louisiana Universities Marine Consortium, Chauvin (LA).
- BOESE, B. L.; OZRETICH, R. J.; LAMBERSON, J. O. et al., 1999, *Toxicity and phototoxicity of mixtures of highly lipophilic pah compounds in marine sediment: can the capital sigma PAH model be extrapolated*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology.
- BRIGGS, K. T.; YOSHIDA, S. H.; GERSHWIN, M.E., 1996, The influence of petrochemicals and stress on the immune system of seabirds. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, n. 23, p. 145-155.
- BURNS, K. A.; CODI, S.; DUKE, N. C., 2000, Gladstone, Australia field studies: weathering and degradation of hydrocarbons in oiled mangrove and salt marsh sediments with and without the application of an experimental bioremediation protocol. *Marine Pollution Bulletin*.
- CABIOCH, L.; DAUVIN, J. C.; BERMUDEZ, J. M. et al., 1980, *Effects of the Amoco Cadiz oil spill on the sublittoral Benthos, North of Brittany*. Helgolander Meeresuntersuchungen.

- CABRAL, S.; SILVA, M.; ARAGÃO, R., 2005, Técnicas de limpeza e remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos na Baía de Paranaguá – Paraná. In: *5º Seminário sobre Meio Ambiente Marinho*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Engenharia Naval – SOBENA, nov.
- CAPUZZO, J. M., 1987, Biological effects of petroleum hydrocarbons: assessments from experimental results. In: *Long-term environmental effects of offshore oil and gas development*. Londres, 1987. p. 343-410.
- CARGA PESADA, 2007a, *Transporte causa mais de 1/3 dos acidentes ambientais*, ed. 116. Disponível em: <http://www.cargapesada.com.br/index_1024.asp>. Acesso em: 10 set. 2007.
- _____, 2007b, *São Paulo tem 200 acidentes por ano*, ed. 116. Disponível em: <http://www.cargapesada.com.br/index_1024.asp>. Acesso em: 10 set. 2007.
- CARNEIRO, G. M. N., 2005, *Centro Tecnológico del Mar – Fundación CETMAR*. Galícia. Disponível em: <http://www.cetmar.org/documentacion/mareas_negras.htm>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- CARVALHO, R. A., 2001, *Transporte terrestre de produtos perigosos*. Programa de Desenvolvimento Profissional para Executivos. Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa – IPEP.
- CENPES, 2002, Adaptação do índice de sensibilidade ambiental a derrames de óleo da National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA às feições fluviais amazônicas. *CT BIO*, n. 24. Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia do E&P. Biotecnologia e Ecossistemas.
- CESAR, R., 2005, *Ações de resposta em emergências com produtos perigosos. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*.

- CETESB, 2004, *Vazamentos de óleo*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/vazamento.asp>>. Acesso em: 8 dez. 2004.
- CETESB, 2005, *Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental*. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2005.
- CETESB, 2007, *Relatório de emergências químicas do Estado de São Paulo*. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>. Acesso em: 10 ago. 2007.
- CETESB, 2008, *Gerenciamento de risco*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/gerenciamento.asp>>. Acesso em: 21 out. 2008.
- CNPQ, 2005, *Estatística e indicadores da pesquisa no Brasil segundo regiões geográficas*. Disponível em: <http://ftp.cnpq.br/pub/doc/aei/indpesq_regiao.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº 393*. *DOU* de 9.8.2007.
- COOPER, M. D., 2000, Towards a model of safety culture. *Safety Science*, v. 36, p. 111-136.
- DE CICCIO, F., 1999, *Manual sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho*. *Risk Tecnologia*, v. 3.
- DELUCA, M.; LEBLANC, L., 1997, Offshore forecast – 1998. *Offshore Magazine*.
- DIAZ, R. A., 2005, *Classificação e identificação de produtos perigosos. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*.

DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS, 2009. *NORMAM – Normas da Autoridade Marítima, Marinha do Brasil*. Disponível em: <www.dpc.mar.mil.br/normam/tabela_normam.htm>. Acesso em: 6 mar. 2009.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2005. *Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos*. Publicação IPR-716,. Rio de Janeiro.

EC – ENVIRONMENT CANADA, 2005, *Tanker spills*. Disponível em: <<http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/TankerSpills/Default.asp>>.

ELMGREN, R.; HANSON, S.; LARSON, U. et al., 1983, The tsesis: acute and long-term impact on the benthos. *Marine Biology*, v. 73, p. 51-65.

ETKIN, D., 1999, *Historical overview of oil spills from all sources (1960-1998)*. International Oil Spill Conference (IOSC). Arlington (EUA).

FERNÍCOLA, N. A. G. G., 2005, *Noções básicas de toxicologia aplicada às emergências químicas. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*, 2005.

FERREIRA, A. B. H., 1999, *Dicionário Aurélio eletrônico século XXI*. Rio de Janeiro: Lexikon Informática/Nova Fronteira, 1999.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO INSTITUTO OSWALDO CRUZ, 2002. *Perspectivas para a formulação de uma política nacional de segurança química no Brasil*. In: *Seminário Nacional de Saúde e Ambiente*.

FISCHER, D.; GUIMARÃES, L.; SCHAEFFER, C., 2002, Percepção de risco e perigo: um estudo qualitativo no setor de energia elétrica. In: *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*.

- FOLHA DE SÃO PAULO, 1975, *O Brasil na “guerra do arsênico”*. Publicada em 22 mar. 1975. Disponível em: <http://almanaque.folha.uol.com.br/brasil_22mar1975.htm>. Acesso em: 18 dez. 2005.
- FREITAS, A.; PORTUGAL, L. S. et al., 2006, *Estudos de transporte e logística na Amazônia*. Manaus: Novo Tempo.
- FREITAS, C. M.; PORTE, M. F.; GOMEZ, C. M., 1995, Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 503-514.
- FREITAS, C. M.; PORTE, M. F.; SOUZA, C. A. V. et al., 2001, Acidentes de trabalho em plataformas de petróleo da Bacia de Campos. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1.
- FRY, D. M.; ADDIEGO, L. A., 1987, Hemolytic anemia complicates the cleaning of oiled seabirds. *Wildlife Journal*, v. 10, p. 3-8.
- FRY, D. M.; ADDIEGO, L. A., 1988, Effects of oil exposure and stress on seabird endocrine systems. *Proceedings 1988 International Association of Aquatic Animal Medicine*, v. 19, p. 60-67.
- GABARDO et al., 2003, Oil spills in a tropical country – brazilian case studies. *International Oil Spill Conference*. 12 p.
- GERACI, J. R.; WILLIAMS, T. D., 1990, Physiologic and toxic effects on sea otters. In: GERACI, J. R.; ST. AUBIN, D. J. (Eds.). *Sea mammals and oil: confronting the risks*. San Diego (CA): Academic Press. p. 211-221.
- GESAMP, 1993, Impact of oil and related chemicals on the marine environment, (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/IEAE/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment) and Advisory Committee on the Protection of the Sea. *Reports and Studies*, Londres, n. 50, 180 p.

- GRUPO ESTADO, 2006, Carga perigosa: bombas-relógio nas ruas. *Jornal da Tarde*, São Paulo, ano 41, n. 13.213, 27 out.
- GUIMARÃES, L. B. de M.; COSTELLA, M., 2004, Segurança no trabalho: acidentes, cargas e custos humanos. In: GUIMARÃES, L. B. de M. *Ergonomia de processo II: macroergonomia e organização do trabalho*. Porto Alegre: FEENG.
- HADDAD, E., 2005, *Perigos associados às classes de risco químico. Curso de auto-instrução em prevenção, preparação e resposta para desastres envolvendo produtos químicos*.
- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, N., 2006, *Resilience engineering: concepts and precepts*. Aldershot (UK): Ashgate.
- HUIJER, K., 2005, *Trends in oil spill from tanker ships 1995-2004*. Londres: ITOPF – The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd.
- HUNT, G. L., 1987, Offshore oil development and seabirds: the present status of knowledge and long-term research needs. In: BOESCH, D. F.; RABALAIS, N. N. (Eds.). *Long-term environmental effects of offshore oil and gas development*. Londres/Nova Iorque: Elsevier Applied Science Publishers. p. 539-586.
- HUNTER, P.; OYAMA, S.T., 2000, *Control of volatile organic compound emissions*, cap. 1 e 2.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2009. *Formulário para Comunicar a Ocorrência de um Acidente Ambiental*. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/emergencias/>>. Acesso em: 01 set. 2009.
- IMO – INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1978, *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78)*. Londres.

_____, 2005, *Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000 (HNS Protocol)*. Disponível em: <http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?topic_id=258&doc_id=683>. Acesso: 20 dez. 2005.

IPEA; DENATRAN; ANTP, 2006, *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras. Relatório final*. Brasília.

ITOPF – THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD., 2003, *Regional profiles – a summary of the risk of oil spills & state of preparedness in UNEP regional seas regions. Upper South West Atlantic*. Disponível em: <www.itopf.com/regional_profiles.Londres>. Acesso em: 10 out. 2003.

_____, 2005. *Oil tanker spill statistics: 2004*. Arquivo Statpack2005.doc. Disponível em: <www.itopf.com>. Acesso em: 2 maio 2005.

JONES, S.; KIRCHSTEIGER, C.; BJERKE, W., 1999, The importance of near miss reporting to further improve safety performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 12, p. 59-67.

KENNICUTT, M. C.; BOOTHE, P. N.; WADE, T. L.; SWEET, S. T. et al., 1996a, Geochemical patterns in sediments near offshore production platforms. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, v. 53, p. 2.554-2.566.

KHAN, F. I.; ABBASI, S. A., 1995, Major accident during transportation of hazardous chemicals. *Chemical Weekly*, p. 15-19.

_____, 1999, Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, n. 12, p. 361-378, 1999.

KOLLURU, R.; BARTELL, S. M.; PITBLADO, R. M. et al., 1996, *Risk assessment and management handbook*. Nova Iorque: McGrill, 1996.

- KREBS, C. T.; BURNS, K. A., 1977, Long-term effects of an oil spill on populations of the salt marsh crab. *Uca Pugnax*. *Science*, v. 197, p. 484-487.
- LE CEDRE, 2004, *Club d'Études e de Référence*, 2004. Disponível em: <<http://www.lecedre.fr/uk/spill/amoco.htm>>. Acesso em: 2 set.
- MACDONALD, I. R.; GUINASSO, N. L.; AKELSON, S. G. et al., 1993, Natural oil slicks in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, v. 98, p. 16.351-16.364.
- MALLAKIN, A.; McCONKEY, B. J.; MIAO, G. et al., 1999, Impacts of structural photomodification on the toxicity of environmental contaminants: anthracene photooxidation products. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 43, p. 204-212.
- MEADOR, J. P.; STEIN, J. E.; REICHERT, W. L. et al., 1995, Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine organisms. *Reviews Environmental Contamination and Toxicology*, v. 143, p. 79-165.
- MENICONI, M. F. G., 2007, *Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos no meio ambiente: diferenciação de fontes em sedimentos e metabólitos em bile de peixes*. Tese (D.Sc.) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.
- MILAZZO, M. F.; LISI, R.; MASCHIO, G. et al., 2002, HazMat transport through Messina town: from risk analysis suggestions for improving territorial safety. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, n. 15, p. 347-356.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MIN, 2003, *Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza tecnológica*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2003. v. 2.
- _____, 2004a, *Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza social*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil.

_____, 2004b, *Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza biológica*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil.

_____, 2008, *Glossário de defesa civil – estudos de riscos e medicina de desastres*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE – MMA, 2001, *Relatório sobre o impacto ambiental causado pelo derramamento de óleo na Baía de Guanabara*. Brasília, 2001. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/processos/67B2E6A7/artigo5.doc>. Acesso em: 6 ago. 2006.

_____, 2003, *Perfil nacional da gestão de substâncias químicas*. Brasília, 2003.

MIRANDA, F. P.; MENDOZA, A.; PEDROSO, E. A. et al., 2002, Methodological design for the use of Radaarsat-1 data to monitor offshore petroleum activities in the campeche bay Gulf of Mexico. In: *Proceedings of Seventh International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*.

_____, 2004, Analysis of Radarsat-1 data for offshore monitoring activities in the cantarell complex, Gulf of Mexico, using the Unsuper Vised Semivariogram Textual Classifier (USTC). *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 30, n. 3, p. 423-436.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES – NAS, 2003, *Oil in the sea III: inputs, fates and effects*, ocean studies board and marine board, divisions of earth and life studies and transportation research board. Washington: National Research Council, 2003.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA, 1992, *Oil spill case histories 1967-1991. Summaries of significant U.S. and international spills*. Seattle/Washington.

- NAZARÉ, R. F., 1992, Transporte fluvial na Amazônia. In: COSTA, J. M. M. da. *Amazônia: desenvolvimento ou retrocesso*. Belém: CEJUP, p. 264-283.
- NEFF, J. M.; HAENSLY, W. E., 1982, Long-term impact of the Amoco Cadiz oil spill on Oysters, *Crassostrea Gigas*, and Plaice, *Pleuronectes Platessa*, from Aber-Benoit and Aber-Wrach. *Ecological Study of the Amoco Cadiz Oil Spill*. *NOAACNEXO Report*, Brittany (France), p. 269-328.
- NEFF, J. M.; OSTAZWSKI, S.; GARDINER, W. et al., 2000, Effects of weathering on the toxicity of three offshore australian crude oils and a diesel fuel to marine animals. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Kansas (EUA), v. 19, p. 1.809-1.821, 2000.
- OCEANATLAS. 2004. Disponível em: <<http://www.oceanatlas.com/unatlas/issues/pollutiondegradation>>. Acesso em: 20 ago. 2004.
- ONU, 1997, *Recomendation on the transport of dangerous goods – model regulations*. Nova Iorque/Genebra: ONU.
- OSIR – OIL SPILL INTELLIGENCE REPORT, 1978, Nova Iorque: Aspen Publisher.
- PAGE, D. S.; BOEHM, P. D.; DOUGLAS, G. S. et al., 1995, Identification of hydrocarbon sources in the benthic sediments of Prince William sound and the Gulf of Alaska following the oil spill. In: WELLS, P. G.; BUTLER, J. N.; HUGHES, J. S. *Exxon Valdez oil spill: fate and effects in Alaskan waters*. Ann Arbor, MI (EUA): ASTM Publication STP 1219, p. 41-83.
- PAIVA, R., 2002, *A importância dos grandes rios da Amazônia para a produtividade da plataforma. Problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém.
- PETROBRAS, 2003, *Balanço social e ambiental*. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/ri/port/ConhecaPetrobras/RelatorioAnual/pdf/relatorio_respons_social2003.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2009.

- _____, 2005, *Relatório técnico do acidente com o oleoduto*. Rio de Janeiro: OSBAT – Petrobras/Transpetro Guaecá – São Sebastião, 30 maio, 101 p.
- _____, 2007, *Balço social e ambiental 2007*. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/portugues/index.asp>>. Acesso em: 20 mar. 2009.
- PISCES CONSERVATION LTD., 2006, *The river Amazon: whitewaters*. Disponível em: <<http://www.amazonian-fish.co.uk/index3a0.html>>. Acesso em: 12 abr. 2008.
- POFFO, I. et al., 1996, *Dinâmica dos vazamentos de óleo no Canal de São Sebastião*. São Paulo: CETESB, 1996. 2v.
- POFFO, I. R. F.; XAVIER, J. C. M.; SERPA, R. R., 2001, 27 anos de vazamentos de óleo no litoral norte do Estado de São Paulo (1974-2000). *Revista Meio Ambiente Industrial*, São Paulo, p. 98-104.
- PROJETO CAMPO-ESCOLA, 2008, *Dicionário*. Disponível em: <<http://www.camposcola.ufba.br/mundodopetroleo/dicionario>>. Acesso em: 8 dez. 2008.
- RABALAIS, N. N.; MCKEE, B. A.; REED, D. J. et al., 1991a, *Fate and effects of nearshore discharges of OCS produced waters. Technical report*. Louisiana (EUA): OCS Study/MMS 91-0005 U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Regional Office, 1991a. v. 2.
- _____, 1991b, *Fate and effects of nearshore discharges of OCS produced waters. Appendixes*. Louisiana (EUA): OCS Study/MMS 91-0006. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Regional Office. v. 3.
- _____, 1992, *Fate and effects of produced water discharges in coastal Louisiana, Gulf of Mexico, USA*. In: RAY, J. P.; ENGELHARDT, F. R. *Produced water*. Nova Iorque: Plenum Press. p. 355-369.

- RABALAIS, N. N.; SMITH, L. E.; OVERTON, E. B. et al., 1993, *Influence of hypoxia on the interpretation of effects of petroleum production activities*. Louisiana (EUA): OCS Study/MMS 93-0022. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region.
- REAL, M. V., 2000, *A informação como fator de controle de riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos*. Dissertação (M.Sc.) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- RIZZOTTO, R. A., 2004, *Morte no trânsito – tragédia rodoviária. Estudo do S.O.S.Estradas.com.br*, 2004. Disponível em: <www.estradas.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- ROTA BRASIL OESTE, 2005, *Técnicos investigam vazamento de óleo de navio na Baía de Guanabara*, 2005. Disponível em: <<http://www.brasiloeste.com.br/noticia/1613/oleo-baia-de-guanabara>>. Acesso em: 5 dez. 2005.
- SANDERS, H. L.; GRASSLE, J. F.; HAMPSON, G. R. et al., 1980, Anatomy of an oil spill: long-term effects from the grounding of the barge Florida off West Falmouth. *Journal of Marine Research*, Massachusetts, v. 38, p. 265-380.
- SARDO, G., 2003, O Fluminense e o meio ambiente. *O Fluminense*. Disponível em: <www.marica.com.br/2003/0605fluminense.htm>. Acesso em: 4 jan. 2007.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., 1990, Vulnerabilidade do litoral norte do Estado de São Paulo a vazamentos de petróleo e derivados. In: *II Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Síntese de Conhecimentos*. São Paulo: Academia de Ciências do Estado. v. 2, p. 375-399.
- SCHRUT, A. M. F.; ADAMOWICZ, L.; PRIMOR, V. F., 2005, *Legislação ambiental aplicada a estudo de caso real de degradação ambiental*. Monografia (Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

- SENAI, 2006, *Condutores de veículos de transporte de produtos perigosos*. Rio de Janeiro: GED – Gerência de Educação a Distância, 2006.
- SERENZA, E., 2006, *Área de atendimento de emergência da CETESB completa 25 anos*, 2006. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br/destaque/emergencia_25anos.htm>.
- SERPA, R. R., 1999, *Gerenciamento de riscos ambientais. Curso de análise de riscos ambientais*. São Paulo: CETESB.
- SILVA, P. M., 2006, *Visualização científica de um fenômeno hidrológico na Amazônia com variação sazonal*. Dissertação (M.Sc.) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro.
- SIOLI, H., 1985, *Amazônia – fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Petrópolis: Vozes.
- SOUZA, C. A. V.; FREITAS, C. M., 2002, Perfil dos acidentes de trabalho em refinaria de petróleo. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 576-583.
- SOUZA FILHO, A. M., 2006, *Planos nacionais de contingência para atendimento a derramamento de óleo: análise de países representativos das Américas para implantação no caso do Brasil*. Dissertação (M.Sc.) – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ST. AUBIN, D. J.; LOUNSBURY, V., 1990, Oil effects on manatees: evaluating the risks. In: *Sea mammals and oil, confronting the risks*. Califórnia: Academic Press, p. 241-251.
- ST. PÉ, K. M., 1990, *An assessment of produced water impacts to low-energy, brackish water systems in southeast Louisiana*. Louisiana (EUA).

- STOUT, S. A.; UHLER, A. D.; MCCARTHY, K. J. et al., 2002, Chemical fingerprinting of hydrocarbons. In: *Introduction to environmental forensics*. Califórnia: Academic Press.
- STREET, G. T.; MONTAGNA, P. A., 1996, Loss of genetic diversity in harpacticoida near offshore platforms. In: *Marine Biology*, v. 126, p. 271-282.
- TIMBRELL, J. A., 1989, *Introduction to toxicology*. Londre: Taylor and Francis Ltda., 1989.
- UNESCAP – UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC, 2003. Disponível em: <http://www.unescap.org/drrpad/vc/orientation/legal/3_marine.htm>. Acesso em: 15 out. 2006.
- URI – UNIVERSITY OF RHODE ISLAND, 2006, *Large marine ecosystems of the world. East Brazil*. Disponível em: <<http://www.edc.uri.edu/lme/text/east-brazil.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2006.
- USCGRDC – UNITED STATES COAST GUARD RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER. *Past in-situ burning possibilities, report final – Report nº CG-D-17-99*. Groton (EUA), 1999.
- UTVIK, T. I. R.; JOHNSON, S., 1999, Bioavailability of polycyclic hydrocarbon in the North Sea. *Environmental Science and Technology*, Washington, v. 33, p. 1.963-1.969.
- VAL, A., 2005, *Investir em pesquisa na Amazônia e garantir a soberania nacional*. 3ª Conferência de Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2006.
- WIL LEWIS, 2004. Disponível em: <<http://people04.albion.edu/WBL10/dp/amazon.htm>>. Acesso em: 3 maio 2006.

WU, C., 2002, Liability and compensation for oil pollution damage: some current threats to the international convention system. *Spill Science & Technology Bulletin*, Nova Iorque, v. 7, n. 1-2, p. 105-112.

XIMENES, M.; BONECKER, S., 2002, *Programa de avaliação ambiental dos efeitos de vazamento de óleo em manguezal adjacente à Refinaria Duque de Caxias, Duque de Caxias, RJ*. Rio de Janeiro: Transpetro – Fundação Bio-Rio.

APÊNDICE A: DESASTRES E ACIDENTES

Este anexo foi motivado devido às concepções relacionadas a desastre e acidentes na literatura técnica nacional.

Tais concepções contribuem para uma melhor visão estruturada do enfoque dos derramamentos e acidentes com transporte de produtos perigosos no contexto de desastres e acidentes.

A.1. Desastres Humanos

Segundo MIN (2003, 2004a,b), os desastres humanos ou antropogênicos são classificados em:

- Desastres Humanos de Natureza Social;
- Desastres Humanos de Natureza Biológica;
- Desastres Humanos de Natureza Tecnológica.

De acordo com MIN (2004a), os desastres humanos de natureza social resultam de desequilíbrios provocados por ações ou por omissões sobre os:

- Ecossistemas urbanos e rurais onde vivem e produzem;
- Sistemas sociais, culturais, econômicos e políticos desenvolvidos pelo próprio homem, ao longo de sua evolução histórica.

Os desastres humanos de causas biológicas compreendem as epidemias, os surtos epidêmicos e hiperendêmicos que podem surgir ou intensificar-se, complicando desastres naturais ou humanos e na condição de desastres secundários, ou na condição de desastre primário, em função de sua agudização. De modo geral, esses desastres relacionam-se com a dificuldade de controle de surtos intensificados de doenças transmissíveis, por parte dos órgãos de saúde pública ou com rupturas do equilíbrio ecológico que tendem a agravar endemias ou a criar condições favoráveis à disseminação de surtos epidêmicos (MIN, 2004b).

Desses três tipos de desastres humanos, apenas o de natureza tecnológica será detalhado, haja vista o enfoque desta tese.

A.1.1. Desastres Humanos de Natureza Tecnológica

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

Esses desastres também se relacionam com o incremento das trocas comerciais e do deslocamento de produtos perigosos e com o crescimento demográfico das cidades, sem o correspondente desenvolvimento de uma estrutura de serviços essenciais compatíveis e adequados ao surto do crescimento.

Os desastres humanos de natureza tecnológica são classificados em:

- Desastres Siderais de Natureza Tecnológica;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo;
- Desastres Relacionados com a Construção Civil;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos;
- Desastres Relacionados com Concentrações Demográficas e com Riscos de Colapso ou Exaurimento de Energia e de Outros Recursos e/ou Sistemas Essenciais.

Tendo em vista o objeto da tese, dentre os desastres mencionados, focou-se nos seguintes:

- Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios;
- Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos.

A.1.1.1. Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo

São relacionados os desastres com meios de transporte, sem menção de riscos de extravasamento de produtos perigosos.

Os desastres com meios de transporte sem menção de risco químico ou radioativo radiológicos são classificados em:

- Desastres Relacionados com Meios de Transporte Aéreo;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte Ferroviário;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte Fluvial;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte Marítimo;
- Desastres Relacionados com Meios de Transporte Rodoviário.

A.1.1.2. Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios

A classificação dos incêndios é dada em função dos combustíveis, sendo:

– Incêndio Classe A: corresponde ao fogo em material sólido. Por serem porosos, os combustíveis sólidos queimam tanto em superfície como em profundidade. Os combustíveis sólidos mais comuns são constituídos por materiais celulósicos, como madeiras, móveis, divisórias de madeira compensada, papéis e outros.

– Incêndio Classe B: corresponde ao fogo em material líquido ou gasoso. Os combustíveis queimam em superfície. Os combustíveis gasosos, em função da velocidade da ponta de chama, podem queimar em superfície ou em volume, produzindo, neste último caso, detonações ou deflagrações. Os combustíveis líquidos e gasosos mais comuns são o álcool etílico, o éter e os derivados de petróleo, como o propano, a nafta, a gasolina, o querosene, o óleo combustível e o Gás Liquefeito de Petróleo – GLP.

– Incêndio Classe C: corresponde ao fogo em material elétrico ou energizado. A extinção do fogo em equipamentos elétricos ou energizados deve ser realizada

com agentes não condutores de eletricidade, como o dióxido de carbono e o pó químico.

– Incêndio Classe D: corresponde ao fogo produzido por material pirofosfórico, como os metais alcalinos terrosos, a exemplo do sódio, potássio, do magnésio e do zincórnio, os quais se inflamam espontaneamente em contato com o ar atmosférico.

No que tange à caracterização e classificação dos desastres de natureza tecnológica relacionados com incêndios, tem-se adotada a seguinte classificação:

- Incêndios em Instalações de Combustíveis, Óleos e Lubrificantes;
- Incêndios em Meios de Transporte Marítimo e Fluvial;
- Incêndios em áreas Portuárias;
- Incêndios em Plantas e Distritos Industriais;
- Incêndios em Edificações com Grandes Densidades de Usuários.

Desses incêndios, deu-se ênfase aos meios de transporte marítimo e fluvial. Os incêndios em embarcações normalmente são acompanhados de explosões e são sinistros extremamente intensos e perigosos, em função dos seguintes fatores:

- Espaço físico limitado, que facilita a rápida propagação do sinistro e dificulta a evacuação de pessoas em risco para áreas seguras;
- Carga combustível elevada, que tende a crescer nas embarcações especializadas no transporte de combustíveis, óleos lubrificantes – COL e nas belonaves das marinhas de guerra.

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

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

Na Guerra do Pacífico, ocorrida entre 1942 e 1945 e que, sem nenhuma dúvida, foi a maior guerra naval de todos os tempos, um dos fatores decisivos que influenciaram a vitória das Forças Norte-americanas foi a imensa competência de suas Brigadas Antissinistro e de Controle de Avarias. Nessa guerra, há de se destacar a imensa capacidade de sobrevivência do Porta-aviões Saratoga, que foi atingido gravemente quatro vezes e conseguiu retornar às operações em tempo recorde.

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

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

- Atos de sabotagem desencadeados por terroristas;
- Ações bélicas desenvolvidas por forças inimigas;
- Choques ou colisões acidentais;
- Sinistros propagados a partir de outras embarcações ou de equipamentos portuários.

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

- Descumprimento de normas e de procedimentos de segurança estabelecidos;
- Retardo no desencadeamento das ações iniciais de resposta aos desastres.

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

- Deficiência na especificação de itens sensíveis dos equipamentos;
- Problemas relacionados com as atividades de manutenção preventiva;
- Falhas nos sistemas de monitorização, alerta e alarme, nos sistemas de alívio e nos sistemas de segurança.

Em função das normas e procedimentos de segurança marítima, estabelecidos em acordos internacionais, os incêndios em embarcações, especialmente em navios

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

Os incêndios em plataformas petrolíferas marinhas tendem a crescer em frequência e exigem um esforço de planejamento e de segurança industrial intensificado.

A limitação dos sinistros em embarcações exige:

- A estruturação de planos de contingência adequados, circunstanciados e minuciosos, que devem ser amplamente difundidos e criteriosamente testados e aperfeiçoados, por intermédio de exercícios simulados, seguidos de críticas construtivas;
- A estruturação e o adestramento de muito bem equipadas Brigadas Antissinistro e de Controle de Avarias;
- A organização de normas de segurança e o estabelecimento de procedimentos padronizados relacionados com a agilização das atividades de combate aos sinistros e de minimização de danos e de prejuízos.

A.1.1.3. Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos

Sob este título são estudados os desastres relacionados com produtos perigosos, envolvendo riscos de intoxicações exógenas, explosões, incêndios e riscos de contaminação com produtos químicos, biológicos e radioativos.

Esses desastres são classificados em:

- Desastres com meios de transporte, com menção de riscos de extravasamento de produtos perigosos;
- Desastres em plantas e distritos industriais, parques e depósitos, com menção de riscos de extravasamento de produtos perigosos;

- Desastres em meios de transporte, plantas e distritos industriais e em parques ou depósitos de explosivos;
- Desastres relacionados com o uso abusivo e descontrolado de agrotóxicos;
- Desastres relacionados com intoxicações exógenas no ambiente domiciliar;
- Desastres relacionados com a contaminação de sistemas de água potável;
- Desastres relacionados com substâncias e equipamentos radioativos de uso em medicina;
- Desastres relacionados com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas atômicas.

Desastres de natureza tecnológica relacionados com produtos perigosos ocorrem com meios de transporte e em terminais de transporte, em plantas e distritos industriais, em instalações de mineração e campos de petróleo, em parques e depósitos de produtos perigosos e em função do uso irresponsável e descontrolado de pesticidas.

Embora esses desastres ocorram com maior frequência nos países mais desenvolvidos, costumam provocar maior volume de danos nos países em desenvolvimento, em consequência da sua maior vulnerabilidade tecnológica, econômica e sociocultural.

Na medida em que as sociedades melhoram seu senso de percepção de risco e, em consequência, desenvolvem um elevado padrão de exigência, com relação ao nível de risco aceitável, o Governo é induzido a priorizar seus deveres, com relação à segurança global da população.

É importante registrar que alguns desses desastres, como os ocorridos em Chernobil (Ucrânia), Bhopal (Índia) e Severo (Itália), adquiriram as características de grandes catástrofes, provocando danos humanos, ambientais e materiais muito intensos, e, em consequência, comoveram a opinião pública.

No Brasil, o desastre focal mais intenso e violento foi o incêndio de Vila Socó, na baixada Santista. Essa vila, construída clandestinamente no interior de uma área de proteção de um oleoduto, foi totalmente destruída em uma única noite, durante a qual,

aproximadamente duas centenas de pessoas foram carbonizadas. O maior desastre ambiental de natureza tecnológica foi provocado propositalmente pelo exército iraquiano ao se retirar do Kuwait, ao término da Guerra do Golfo, quando incendiou os campos de petróleo daquele país.

Enquanto a redução dos desastres naturais depende predominantemente da redução das vulnerabilidades dos cenários aos fenômenos naturais adversos, a redução dos desastres humanos de natureza tecnológica depende prioritariamente da redução das ameaças e, em uma segunda instância, da redução das vulnerabilidades dos cenários.

Por tais motivos, todos os projetos de implantação de atividades ou instalações que possam representar acréscimo de riscos de desastres tecnológicos devem ser precedidos de criteriosos estudos de riscos, cujos relatórios finais devem ser amplamente divulgados e debatidos.

A.2. Acidente Ambiental

A fim de se ter um melhor entendimento da definição de “acidente ambiental”, torna-se necessário explicar conceitualmente outros termos relacionados, como: acidentes, incidentes, risco, perigo e outros.

Os termos acidentes, incidentes e quase-acidentes são descritos na literatura sob diferentes pontos de vista. Na tentativa de uma definição mais precisa, GUIMARÃES e COSTELLA (2004) propõem a utilização do termo incidente para quaisquer ocorrências não desejadas que interfiram no andamento normal de uma atividade, incluindo-se neste termo os quase-acidentes. Quase-acidentes é nomenclatura utilizada para aqueles eventos em que não há lesão corporal ou perdas no resultado final da atividade planejada (GUIMARÃES e COSTELLA, 2004). Embora seu resultado final não tenha sido modificado, eles são um exemplo de que futuros acidentes estão prestes a ocorrer caso medidas não sejam adotadas (JONES, KIRCHSTEIGER e BJERKE, 1999). Por sua vez, os eventos caracterizados como repentinos ou inesperados, que resultam em um objetivo indesejado e levam a perdas ou lesões, são considerados acidentes

(GUIMARÃES e COSTELLA, 2004), podendo seu resultado ser direta ou indiretamente decorrente da atividade humana (HOLLNAGEL, 2006).

Os conceitos de risco, perigo e acidentes estão fortemente interligados, da mesma forma como o conceito de risco está coloquialmente confundido com o de perigo (FISCHER et al., 2002).

O risco pode ser definido de acordo com os enfoques quantitativo ou qualitativo. O primeiro deles o conceitua como uma combinação da probabilidade de ocorrência de um evento ou a consequência de um determinado evento perigoso (DE CICCIO, 1999; KOLLURU et al., 1996). Entre as definições qualitativas de risco, está aquela que o conceitua como uma possibilidade de perceber, em uma situação particular, os perigos presentes no ambiente (COOPER, 2000). Por sua vez, o perigo é entendido como qualquer situação potencial para produzir um acidente (DE CICCIO, 1999).

Já MIN (2008) faz uma consideração sobre perigo, mencionando que “a tendência moderna é substituir o referido termo por ameaça”. Dessa forma, têm-se as seguintes considerações dessa referência sobre perigo e ameaça: perigo (qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade) e ameaça (1. Risco imediato de desastre. Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. 2. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação).

E, por fim, MIN (2008) considera risco como: 1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre. 5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça

de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

Na indústria petrolífera, todas as atividades de qualquer etapa do processo devem ser percebidas como de risco potencial de acidentes de trabalho e contaminação ambiental.

Segundo CETESB (2008), acidente ambiental pode ser definido como sendo qualquer evento anormal, indesejado e inesperado, com potencial para causar danos diretos ou indiretos à saúde humana e ao meio ambiente. E tais acidentes podem ser classificados em dois tipos, de acordo com suas origens: acidentes naturais e tecnológicos.

A.2.1. Acidentes Naturais

Reportam-se às ocorrências causadas por fenômenos da natureza, cuja grande maioria independe das intervenções humanas, tais como terremotos, maremotos e furacões (CETESB, 2008).



Figura A.1: Acidente Natural – Furacão

Fonte: CETESB (2008)



Figura A.2: Acidente Natural – Erupção Vulcânica

Fonte: CETESB (2008)

A.2.2. Acidentes Tecnológicos

São as ocorrências geradas pelas atividades desenvolvidas pelo homem, normalmente relacionadas com a manipulação de substâncias químicas perigosas (CETESB, 2008).



Figura A.3: Acidente Tecnológico – Acidente Industrial

Fonte: CETESB (2008)



Figura A.4: Acidente Tecnológico – Acidente no Transporte Marítimo

Fonte: CETESB (2008)

APÊNDICE B: PRINCIPAIS ACIDENTES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NO MUNDO

Os principais acidentes da indústria petrolífera no mundo encontram-se estruturados nos seguintes tópicos (AMBIENTE BRASIL, 2009):

- Principais acidentes com petróleo e derivados no Brasil;
- Principais acidentes em plataformas de exploração no mundo desde 1980;
- Principais vazamentos de óleo no mundo.

B.1. Principais Acidentes com Petróleo e Derivados no Brasil

- **Março de 1975** – Um cargueiro fretado pela Petrobras derrama 6 mil toneladas de óleo na Baía de Guanabara.
- **Outubro de 1983** – 3 milhões de litros de óleo vazam de um oleoduto da Petrobras em Bertioga.
- **Fevereiro de 1984** – 93 mortes e 2.500 desabrigados na explosão de um duto da Petrobras na favela Vila Socó, Cubatão (SP).
- **Agosto de 1984** – Gás vaza do poço submarino de Enchova (Petrobras): 37 mortos e 19 feridos.
- **Julho de 1992** – Vazamento de 10 mil litros de óleo em área de manancial do rio Cubatão.
- **Maior de 1994** – 2,7 milhões de litros de óleo poluem 18 praias do litoral norte paulista.
- **10 de março de 1997** – O rompimento de um duto da Petrobras que liga a Refinaria de Duque de Caxias (RJ) ao terminal DSTE-Ilha d'Água provoca o vazamento de 2,8 milhões de óleo combustível em manguezais na Baía de Guanabara (RJ).
- **21 de julho de 1997** – Vazamento de FLO (produto usado para a limpeza ou selagem de equipamentos) no rio Cubatão (SP) – Petrobras.
- **16 de agosto de 1997** – Vazamento de 2 mil litros de óleo combustível atinge cinco praias na Ilha do Governador (RJ) – Petrobras.
- **13 de outubro de 1998** – Uma rachadura de cerca de 1 m que liga a refinaria de São José dos Campos ao Terminal de Guararema, ambos em São Paulo, causa o

vazamento de 1,5 milhão de litros de óleo combustível no rio Alambari. O duto estava há cinco anos sem manutenção.

- **6 de agosto de 1999** – Vazamento de 3 mil litros de óleo no oleoduto da refinaria da Petrobras que abastece a Manaus Energia (Reman) atinge o igarapé do Cururu (AM) e o rio Negro.
- **24 de agosto de 1999** – Na Repar (Petrobras), na grande Curitiba, há um vazamento de 3 m³ de nafta de xisto, produto que possui benzeno. Durante três dias o odor praticamente impede o trabalho na refinaria.
- **29 de agosto de 1999** – Menos de um mês depois, novo vazamento de óleo combustível na Reman, com a poluição de pelo menos 1.000 m. Pelo menos mil litros de óleo contaminam o rio Negro (AM) – Petrobras.
- **Novembro de 1999** – Falha no campo de produção de petróleo em Carmópolis (SE) provoca o vazamento de óleo e água sanitária no rio Siriri (SE). A pesca no local fica prejudicada após o acidente (Petrobras).
- **18 de janeiro de 2000** – O rompimento de um duto da Petrobras que liga a Refinaria Duque de Caxias ao terminal da Ilha d'Água provoca o vazamento de 1,3 milhão de óleo combustível na Baía de Guanabara. A mancha se espalha por 40 km². Laudo da Coppe/UFRJ, divulgado em 30 de março, conclui que o derrame de óleo foi causado por negligência da Petrobras, já que as especificações do projeto original do duto não foram cumpridas.
- **28 de janeiro de 2000** – Problemas em um duto da Petrobras entre Cubatão e São Bernardo do Campo (SP) provocam o vazamento de 200 litros de óleo diluente. O vazamento foi contido na Serra do Mar antes que contaminasse os pontos de captação de água potável no rio Cubatão.
- **17 de fevereiro de 2000** – Transbordamento na refinaria de São José dos Campos (SP) – Petrobras, provoca o vazamento de 500 litros de óleo no canal que separa a refinaria do rio Paraíba.
- **11 de março de 2000** – Cerca de 18 mil litros de óleo cru vazam em Tramandaí, no litoral gaúcho, quando eram transferidos de um navio petroleiro para o Terminal Almirante Soares Dutra (Tedut), da Petrobras, na cidade. O acidente é causado pelo rompimento de uma conexão de borracha do sistema de transferência de combustível e provoca mancha de cerca de 3 km na Praia de Jardim do Éden.

- **16 de março de 2000** – O navio Mafra, da Frota Nacional de Petróleo, derrama 7.250 litros de óleo no canal de São Sebastião, litoral Norte de São Paulo. O produto transbordou do tanque de reserva de resíduos oleosos, situado no lado esquerdo da popa. A CETESB multa a Petrobras em R\$ 92,7 mil.
- **26 de junho de 2000** – Nova mancha de óleo de 1 km de extensão aparece próximo à Ilha d'Água, na Baía de Guanabara. Desta vez, 380 litros do combustível são lançados ao mar pelo navio Cantagalo, que presta serviços à Petrobras. O despejo ocorre em uma manobra para deslastreamento da embarcação.
- **16 de julho de 2000** – 4 milhões de litros de óleo são despejados nos rios Barigui e Iguaçú, no Paraná, por causa de uma ruptura da junta de expansão de uma tubulação da Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar – Petrobras). O acidente leva duas horas para ser detectado, tornando-se o maior desastre ambiental provocado pela Petrobras em 25 anos.
- **Julho de 2000** – Fernandez Pinheiro – na região de Ponta Grossa: um trem da Companhia América Latina Logística – ALL, que carregava 60 mil litros de óleo *diesel*, descarrila. Parte do combustível queima e o resto vaza em um córrego próximo ao local do acidente.
- **Julho de 2000** – Fernandez Pinheiro – na região de Ponta Grossa (uma semana depois): um trem da Companhia América Latina Logística – ALL, que carregava 20 mil litros de óleo *diesel* e gasolina, descarrila. Parte do combustível queima e o resto vaza em área de preservação permanente. O IBAMA multa a empresa em 1,5 milhão.
- **23 de setembro de 2000** – Morretes: um trem da Companhia América Latina Logística – ALL, com 30 vagões carregando açúcar e farelo de soja, descarrila, deixando vazar 4 mil litros de combustível no córrego Caninana.
- **Novembro de 2000** – 86 mil litros de óleo vazam de um cargueiro da Petrobras, poluindo praias de São Sebastião e de Ilhabela (SP).
- **Janeiro de 2001** – Um acidente com o navio Jéssica causa o vazamento de mais de 150 mil barris de combustível no Arquipélago de Galápagos.
- **16 de fevereiro de 2001** – Rompe mais um duto da Petrobras, vazando 4 mil litros de óleo *diesel* no córrego Caninana, afluente do rio Nhundiaquara, um dos principais rios da região. Esse vazamento traz grandes danos para os manguezais da região,

além de contaminar toda a flora e fauna. O IBAMA proíbe a pesca até o mês de março.

- **14 de abril de 2001** – Acidente com um caminhão da Petrobras na BR-277 entre Curitiba e Paranaguá ocasiona um vazamento de quase 30 mil litros de óleo nos rios do Padre e Pintos.
- **15 de abril de 2001** – Vazamento de óleo do tipo MS 30, uma emulsão asfáltica, atinge o rio Passaúna, no Município de Araucária, região metropolitana de Curitiba.
- **20 de maio de 2001** – Um trem da Ferrovia Novoeste descarrila, despejando 35 mil litros de óleo *diesel* em uma área de preservação ambiental de Campo Grande (MS).
- **30 de maio de 2001** – O rompimento de um duto da Petrobras em Barueri (SP) ocasiona o vazamento de 200 mil litros de óleo, que se espalham por três residências de luxo do condomínio Tamboré 1 e atingem as águas do rio Tietê e do córrego Cachoeirinha.
- **15 de junho de 2001** – A Construtora Galvão é multada em R\$ 98.000,00 pelo vazamento de GLP (gás liquefeito de petróleo) de um duto da Petrobras, no km 20 da rodovia Castelo Branco, uma das principais estradas do Estado de São Paulo. O acidente foi ocasionado durante as obras da empresa, contratada pelo Governo do Estado, e teve multa aplicada pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- **8 de agosto de 2001** – O barco pesqueiro Windy Bay choca-se em uma barreira de pedras e derrama 132.500 litros de óleo *diesel*. O acidente ocorreu na Baía de Prince Willian Sound, no sul do Alasca – EUA, no mesmo local da grande catástrofe ambiental ocasionada pelo navio Exxon Valdez.
- **11 de agosto de 2001** – Um vazamento de óleo atinge 30 km nas praias do litoral norte baiano entre as localidades de Buraquinho e balneário da Costa do Sauípe. A origem do óleo é árabe.
- **15 de agosto de 2001** – Vazamento causado por navios que despejam ilegalmente seus depósitos de óleo atinge mais de 200 pinguins, perto da costa da Argentina.
- **15 de agosto de 2001** – Vazamento de 715 litros de petróleo do navio Princess Marino na Baía de Ilha de Grande, Angra dos Reis (RJ).
- **20 de setembro de 2001** – Vazamento de gás natural da Estação Pitanga da Petrobras a 46 km de Salvador (BA) atinge uma área de 150 m em um manguezal.

- **5 de outubro de 2001** – O navio que descarregava petróleo na monoboia da empresa, a 8 km da costa, acaba deixando vazar 150 litros de óleo em São Francisco do Sul, no litoral norte de Santa Catarina.
- **18 de outubro de 2001** – O navio petroleiro Norma, que carregava nafta, da frota da Transpetro – subsidiária da Petrobras –, choca-se em uma pedra na Baía de Paranaguá, litoral paranaense, vazando 392 mil litros do produto, atingindo uma área de 3 mil m². O acidente culminou na morte de um mergulhador, Nereu Gouveia, de 57 anos, que efetuou um mergulho para avaliar as condições do casco perfurado.
- **23 de fevereiro de 2002** – Cerca de 50 mil litros de óleo combustível vazam do transatlântico inglês Caronia, atracado no píer da Praça Mauá, na Baía de Guanabara (RJ). O óleo foi rapidamente contido.
- **13 de maio de 2002** – O navio Brotas da Transpetro, subsidiária de transportes da Petrobras, derrama cerca de 16 mil litros de petróleo leve (do tipo nigeriano) na Baía da Ilha Grande, na região de Angra dos Reis, litoral sul do Rio de Janeiro. O vazamento foi provocado provavelmente por corrosão no casco do navio, que estava ancorado armazenando um tipo de petróleo leve, de fácil evaporação.
- **14 de junho de 2002** – Vazamento de óleo *diesel* em um tanque operado pela Shell no bairro Rancho Grande de Itu, no interior paulista; cerca de 8 mil litros de óleo vazaram do tanque, contaminando o lençol freático, o que acabou atingindo um manancial da cidade.
- **25 de junho de 2002** – Um tanque de óleo se rompe no pátio da empresa Ingrax, em Pinhais, na região metropolitana de Curitiba (PR), deixando vazar 15 mil litros da substância. O óleo que vazou é o extrato neutro pesado, um derivado do petróleo altamente tóxico, que atingiu o rio Atuba, próximo ao local, através da tubulação de esgoto.
- **10 de agosto de 2002** – 3 mil litros de petróleo vazam de um navio de bandeira grega em São Sebastião, no litoral norte paulista, no início da tarde de sábado. Um problema no equipamento de carregamento de óleo teria causado o despejo do produto.

B.2. Principais Acidentes em Plataformas de Exploração no Mundo Desde 1980

- **Março de 1980** – A plataforma Alexander Keillan de Ekofisk, no Mar do Norte, naufraga, deixando 123 mortos.
- **Junho de 1980** – Uma explosão fere 23 em navio sonda na Bacia de Campos (BC), Petrobras.
- **Outubro de 1981** – Uma embarcação de perfuração afunda no mar do Sul da China, matando 81 pessoas.
- **Setembro de 1982** – A Ocean Ranger, plataforma americana, tomba no Atlântico Norte, matando 84 pessoas.
- **Fevereiro de 1984** – Um homem morre e dois ficam feridos durante a explosão de uma plataforma no Golfo do México, diante da costa do Texas.
- **Agosto de 1984** – 37 trabalhadores morrem afogados e outros 17 ficam feridos na explosão de uma plataforma da Petrobras na Bacia de Campos.
- **Janeiro de 1985** – A explosão de uma máquina bombeadora na plataforma Glomar Ártico II, no Mar do Norte, causa a morte de um homem e ferimentos em outros dois.
- **Outubro de 1986** – Duas explosões na plataforma Zapata (Petrobras) ferem 12 pessoas.
- **Outubro de 1987** – Incêndio na plataforma da Petrobras – Pampa, na Bacia de Campos, provoca queimadura em seis pessoas.
- **Abril de 1988** – Incêndio na plataforma Enchova (Petrobras).
- **Julho de 1988** – No pior desastre relacionado a plataformas de petróleo, 167 pessoas morrem quando a Piper Alpha, da Occidental Petroleum, explode no Mar do Norte, após um vazamento de gás.
- **Setembro de 1988** – Uma refinaria da empresa francesa Total Petroleum explode e afunda na costa de Bornéu. Quatro trabalhadores morrem.
- **Setembro de 1988** – Um incêndio destrói uma plataforma da companhia americana de perfuração Ocean Odyssey, no Mar do Norte. Morre um operário.
- **Maior de 1989** – Três pessoas ficam feridas com a explosão de uma plataforma da empresa californiana Union Oil Company. Ela operava na Enseada de Cook, no Alasca.

- **Novembro de 1989** – A explosão de uma plataforma da Penrod Drilling, no Golfo do México, deixa 12 trabalhadores feridos.
- **Agosto de 1991** – Três pessoas ficam feridas em uma explosão ocorrida na plataforma Fulmar Alpha, da Shell, no Mar do Norte.
- **Outubro de 1991** – Dois operários ficam gravemente feridos na explosão em Pargo I, na BC (Petrobras).
- **Dezembro de 1991** – Um tripulante morre após uma explosão em um navio petroleiro no litoral do Estado de São Paulo.
- **Março de 1992** – Um helicóptero cai nas águas geladas do Mar do Norte, logo após decolar de uma plataforma da Cormorant Alpha. Onze homens morrem.
- **Janeiro de 1995** – 13 pessoas morrem na explosão de uma plataforma da Mobil na costa da Nigéria. Muitas ficam feridas.
- **Janeiro de 1996** – Três pessoas morrem na explosão de uma plataforma no campo petrolífero de Morgan, no Golfo de Suez.
- **Julho de 1998** – Uma explosão na plataforma Golmar Areuel 4 provoca a morte de dois homens.
- **Dezembro de 1998** – Um operário morre ao cair de uma plataforma móvel de petróleo situada no litoral da Escócia.
- **Novembro de 1999** – Explosão fere duas pessoas na plataforma P-31, na Bacia de Campos (Petrobras).
- **Março de 2001** – Explosões na plataforma P-36, na Bacia de Campos – Rio de Janeiro, causam a morte de 11 operários (Petrobras).
- **12 de abril de 2001** – Um problema na tubulação na plataforma P-7 da Petrobras, na Bacia de Campos, resulta em um vazamento de 26 mil litros de óleo no mar.
- **15 de abril de 2001** – Acidente na plataforma P-7, na Bacia de Campos, derrama cerca de 98 mil litros de óleo no mar, entre as cidades de Campos e Macaé.
- **24 de maio de 2001** – Acidente na plataforma P-7, na Bacia de Campos, ocasiona vazamento de óleo. Foram detectadas duas manchas a uma distância de 85 km da costa. Uma delas tinha cerca de 110 mil litros e a outra, 10 mil litros de óleo.
- **19 de setembro de 2001** – Acidente na Plataforma P-12, no campo de Linguado, na Bacia de Campos – Petrobras, ocasiona um vazamento de 3 mil litros de óleo no litoral norte do Rio de Janeiro.

B.3. Principais Vazamentos de Óleo no Mundo

Tabela B.1: Principais Vazamentos de Óleo no Mundo

	Nome do Navio	Ano	Local	Vazamento de Óleo (t)
1	Atlantic Empress	1979	Tobago – West Indies	278.000
2	ABT Summer	1991	Angola	260.000
3	Castillo de Bellver	1983	Saldanha Bay – South Africa	252.000
4	Amoco Cadiz	1978	Brittany – France	223.000
5	Haven	1991	Genoa – Italy	144.000
6	Odyssey	1988	Nova Scotia – Canada	132.000
7	Torrey Canyon	1967	Scilly Isles – UK	119.000
8	Urquiola	1976	La Coruna – Spain	100.000
9	Hawaiian Patriot	1977	Honolulu	95.000
10	Independenta	1979	Bosphorus – Turkey	95.000
11	Jakob Maersk	1975	Oporto – Portugal	88.000
12	Braer	1993	Shetland Island – UK	85.000
13	Khark 5	1989	Atlantic Coast – Morocco	80.000
14	Aegean Sea	1992	La Coruna – Spain	74.000
15	Sea Empress	1996	Milford Haven – UK	72.000
16	Katina P.	1992	Matupo – Mozambique	72.000
17	Assimi	1983	Muscat – Oman	53.000
18	Metula	1974	Magellan Straits – Chile	50.000
19	Wafra	1971	Cape Agulhas – South Africa	40.000
34	Exxon Valdez	1989	Alaska – USA	37.000

Fonte: ITOPF apud AMBIENTE BRASIL (2009)

APÊNDICE C: GRANDES IMPORTADORES, EXPORTADORES DE PETRÓLEO E DERRAMES

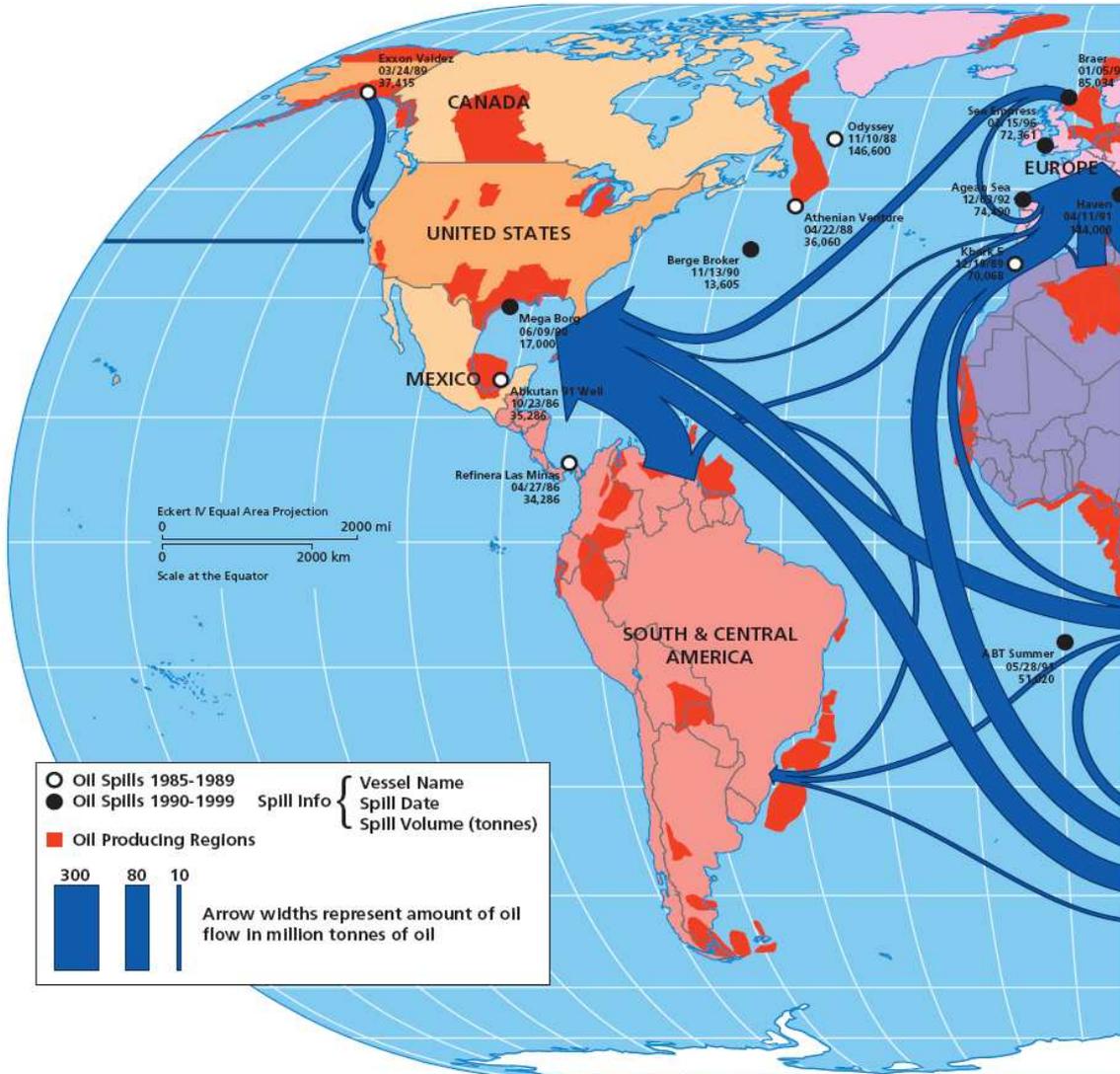


Figura C.1: Fluxo de Petróleo em 2000 e Derramamentos Mais Expressivos

Fonte: NAS (2003)

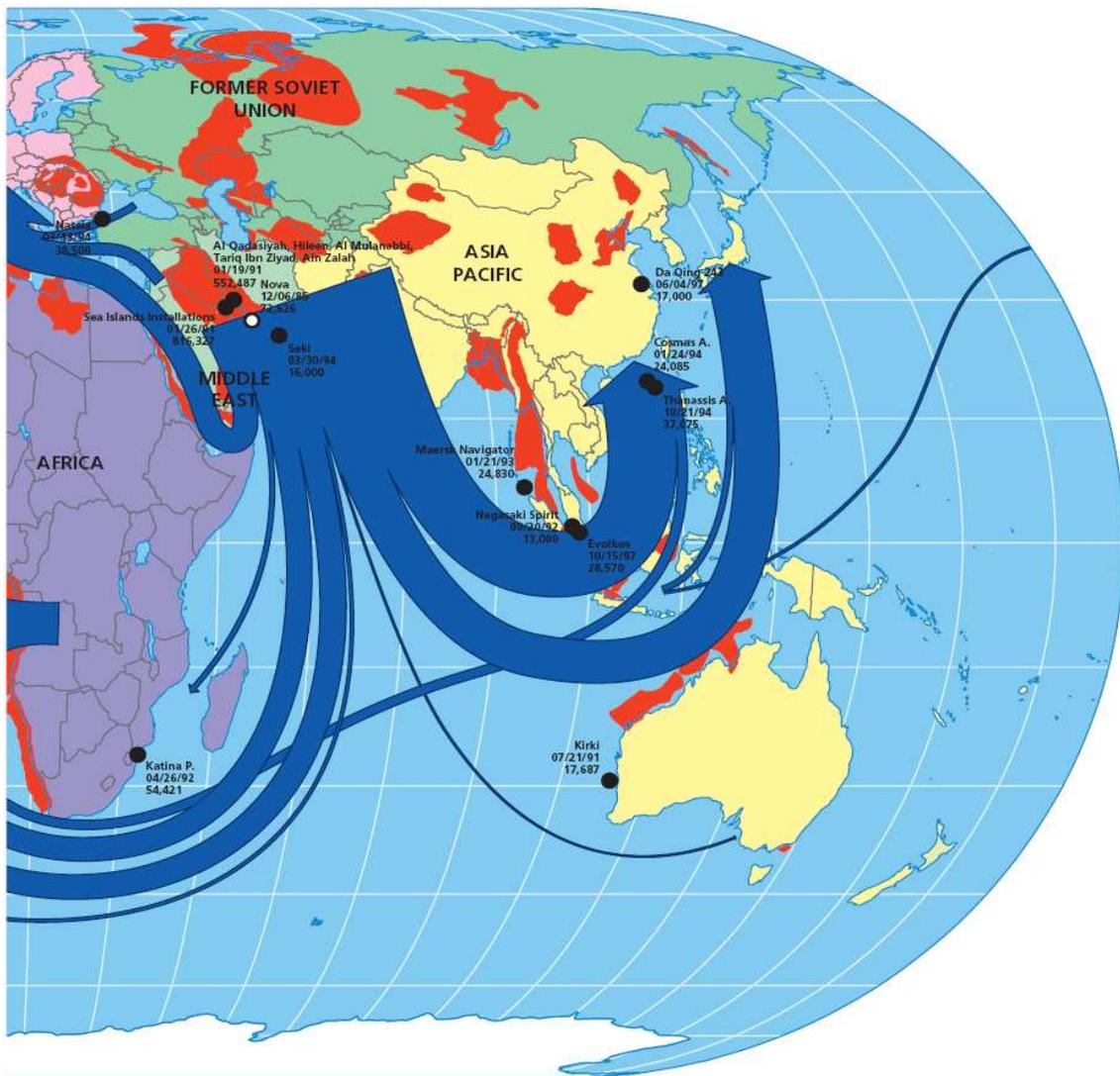


Figura C.1: Fluxo de Petróleo em 2000 e Derramamentos Mais Expressivos
 (continuação)
 Fonte: NAS (2003)

APÊNDICE D: REFERÊNCIAS LEGAIS

Tabela D.1: Legislação, Normas e Padrões Referentes à Poluição por Óleo

Ano	Instrumento Legal	Objetivos da Legislação
1899	Decreto nº 3.334	Aprova o regulamento para as Capitanias dos Portos
1967	Lei nº 5.357	Estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançarem detritos ou óleo em águas brasileiras, e dá outras providências
1977	Decreto nº 79.437	Promulga a convenção internacional sobre responsabilidade civil em danos causados por poluição por óleo, 1969
1981	Lei nº 6.938	Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
1989	Lei nº 7.804	Alterações da Lei nº 6.938/1981 e da Lei nº 7.735/1989
1998	Lei nº 9.605	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
1998	Decreto nº 2.870	Promulga a Convenção Internacional sobre preparo, resposta e cooperação em caso de poluição por óleo, assinada em Londres, em 30 de novembro de 1990
2000	Resolução CONAMA nº 265	Derramamento de óleo na Baía de Guanabara e Indústria do Petróleo
2000	Lei nº 9.966	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, e dá outras providências
2000	Lei nº 10.165	Altera a Lei nº 6.938/1981, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
2000	Resolução CONAMA nº 269	Regulamenta o uso de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar
2001	Resolução CONAMA nº 293	Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio, e orienta a sua elaboração
2002	Decreto nº 4.136	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966/2000, e dá outras providências

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

Tabela D.1: Legislação, Normas e Padrões Referentes à Poluição por Óleo (Continuação)

Ano	Instrumento Legal	Objetivos da Legislação
2003	Decreto nº 4.871	Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, e dá outras providências
2004	Decreto nº 5.098	Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2, e dá outras providências
2007	Resolução CONAMA nº 393	Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências
2008	Decreto nº 6.478	Promulga a Convenção Internacional relativa à intervenção em alto-mar em casos de acidentes com poluição por óleo, feita em Bruxelas, em 29 de novembro de 1969, e o protocolo relativo à intervenção em alto-mar em casos de poluição por substâncias outras que não óleo, feita em Londres, em 2 de novembro de 1973
2008	Resolução CONAMA nº 298	Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração

Fonte: SOUZA FILHO (2006) modificada

Tabela D.2: Normalizações da Agência Nacional de Petróleo – ANP

Ano	Instrumento Legal	Objetivos da Legislação
1998	Portaria ANP nº 170	Estabelece a regulamentação para a construção, a ampliação e a operação de instalações de transporte ou de transferência de petróleo, seus derivados, gás natural, inclusive liquefeito, biodiesel e misturas óleo <i>diesel</i> /biodiesel
1999	Portaria ANP nº 28	Estabelece a regulamentação para o exercício das atividades de construção, ampliação de capacidade e operação de refinarias e de unidades de processamento de gás natural e o Regulamento Técnico ANP nº 001/1999
2003	Portaria ANP nº 3	Estabelece o procedimento para comunicação de incidentes, a ser adotado pelos concessionários e empresas autorizadas pela ANP a exercer as atividades de exploração, produção, refino, processamento, armazenamento, transporte e distribuição de petróleo, seus derivados e gás natural, biodiesel e de mistura óleo/biodiesel no que couber

Fonte: SOUZA FILHO (2006)

Tabela D.3: NORMAM – Normas da Autoridade Marítima

NORMAM	Portaria de Alteração	Assunto
01	134/2008	Embarcações empregadas na navegação em mar aberto
02	111/2007	Embarcações empregadas na navegação interior
04	099/2007	Operação de embarcações estrangeiras em águas jurisdicionais brasileiras
05	129/2008	Homologação de material
06	125/2006	Reconhecimento de sociedades classificadoras para atuarem em nome do Governo brasileiro
07	144/2008	Atividades de inspeção naval
08	042/2008	Tráfego e permanência em águas jurisdicionais brasileiras
09	121/2008	Inquéritos administrativos
12	029/2008	Serviço de praticagem
13	109/2008	Aquaviários
14	112/2003	Cadastramento de empresas de navegação, peritos e sociedades classificadoras
15	106/2004	Atividades subaquáticas
16	041/2008	Estabelecer condições e requisitos para concessão e delegação das atividades e salvamento de embarcação, coisa ou bem em perigo no mar, nos portos e vias navegáveis interiores
17	111/2008	Auxílios à navegação (DHN)
20	125/2008	Gerenciamento da água de lastro de navios

Fonte: DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (2009)

APÊNDICE E: COMUNICADO DE ACIDENTE AMBIENTAL

Este apêndice reporta-se a um procedimento padronizado, sistematizado e rotineiro de comunicação de acidente ambiental desenvolvido pelo IBAMA.

O referido procedimento tem o propósito de favorecer ao IBAMA uma atuação mais organizada e eficiente em acidentes ambientais, além de proporcionar uma melhor publicidade dos referidos acidentes à sociedade em geral.

Os acidentes ambientais podem ser comunicados ao IBAMA por meio de formulários (Figuras E.1 e E2), sendo o objetivo desses formulários realizar uma comunicação rápida das ocorrências, de forma a permitir articulação e atuação por parte dos órgãos pertinentes em um menor espaço de tempo.

A Figura E.1 – Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Preliminares tem como objetivo a comunicação inicial do acidente e deverá ser repassado logo nos primeiros momentos da ciência da ocorrência.

Já a Figura E.2 – Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Complementares tem caráter descritivo e objetivo de maior detalhamento da ocorrência e atualização das informações.

Os formulários preenchidos podem ser enviados via fax: (61) 3307-3382 ou por meio de contato com a equipe da Coordenação Geral de Emergências Ambientais (CGEMA), pelo e-mail: emergenciasambientais.sede@ibama.gov.br. Ou à linha verde do IBAMA, pelo e-mail: linhaverde.sede@ibama.gov.br.



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA
COMUNICADO DE ACIDENTE AMBIENTAL – INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1. Localização do acidente

Unidade da Federação: _____ Município: _____
Coordenadas: Lat _____ S Long _____ W ou UTM: Fuso _____ N _____ E
 Rodovia Ferrovia Terminal, portos, ancoradouros etc. Embarcação Refinaria Plataforma
 Indústria Duto Barragem Armazenamento/depósito Posto de combustível Outro(s) – qual(is): _____

Complementação: _____ Sem informação sobre a origem do acidente

2. Tipo de evento

Derramamento de líquidos Vazamento de gases Lançamento de sólidos Produtos químicos/ embalagens abandonadas Desastre natural Explosão/incêndio Outro(s) – qual(is): _____
Meio(s) afetado(s): Ar Água Solo

3. Tipo de produto

Combustível/Derivados de petróleo Nome da substância: _____ Nº da ONU: _____ Classe de Risco: _____
 Produto químico Efluente sanitário Outros – qual(is): _____ Quantidade aproximada: _____
 Efluente químico Efluente sanitário Outros produtos envolvidos: Não Sim Especificar: _____
 Sem informação sobre o(s) produto(s)

4. Breve descrição do acidente: _____

5. Data e hora estimadas do acidente

Data: _____ Dia da Semana: _____ Feriado Hora: _____ Período: Matutino Vespertino Noturno Sem informação

6. Data e hora da primeira observação

Data: _____ Dia da Semana: _____ Feriado Hora: _____ Período: Matutino Vespertino Noturno Sem informação

7. Condições meteorológicas

Tempo bom Tempo nublado Tempo chuvoso Neblina Vento
 Sem informação sobre condições meteorológicas

8. Danos identificados

Óbitos/feridos População afetada/evacuada Danos patrimoniais Suspensão de abastecimento de água Rio/córrego Lago Mar Praia
 Solo Águas subterrâneas Atmosfera Habitat frágil/raro Flora Fauna Outro(s) – qual(is): _____
Descrição dos danos: _____ Sem informação sobre danos

9. Danos a áreas protegidas

APP UC Federal UC Estadual/Municipal Possibilidade de dano em UC Não afetou UC Sem informação sobre danos
Tipo e nome da unidade/descrição da APP: _____

10. Identificação da Empresa/Responsável:

Nome: _____ CNPJ/CPF: _____ Telefone de contato: (DDD) _____ Sem informação sobre a empresa
Licenciamento/autorização ambiental: Não Sim – Federal Estadual/Municipal
Tipo de licença/autorização e nº (LP, LI, LO ou outras): _____ Sem informação sobre licenciamento/autorização ambiental

11. Instituições/empresas já comunicadas e/ou atuando no local

Comunicadas:
 OEMA Defesa Civil Corpo de Bombeiros SAMU Polícia Rodoviária Empresa especializada de atendimento Outra(s) – qual (is): _____

Especificar as instituições/empresas: _____ Sem informação sobre as instituições.

Atuando no local:

IBAMA OEMA Defesa Civil Corpo de Bombeiros SAMU Polícia Rodoviária Empresa especializada de atendimento Outra(s) – qual (is): _____

Especificar as instituições/empresas: _____ Sem informação sobre as instituições.

12. Procedimentos de atendimento inicialmente adotados

Existência de Plano de Emergência Individual ou similar: Não Sim – Acionado Não acionado
 Sem informação sobre existência/acionamento de PEI
 Iniciados outros procedimentos de resposta
Descrição dos procedimentos: _____

13. Informações adicionais: _____

Fonte da informação: Comunicado da empresa/responsável OEMA Mídia Denúncia Outra(s) fonte(s).

Identificar a(s) fonte(s): _____

Informante Interno (IBAMA):

Nome: _____
Unidade do IBAMA: _____
Cargo/função: _____
Telefone: _____
Data: _____ Hora: _____

Informante Externo (empresa/responsável, outros órgãos):

Nome: _____
Instituição/empresa: _____
Cargo/função: _____
Contato (tel, e-mail, fax): _____

Figura E.1: Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Preliminares

Fonte: IBAMA (2009)



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

COMUNICADO DE ACIDENTE AMBIENTAL – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

1. Descrição dos danos ambientais e locais atingidos – extensão dos danos

2. Descrição dos danos socioeconômicos

3. Descrição dos procedimentos de contenção/mitigação adotados

4. Descrição dos procedimentos adotados pelo IBAMA

5. Descrição da possível autuação a ser aplicada (enquadramento na Lei de Crimes Ambientais e demais legislações aplicáveis)

6. Outras informações (p. ex: condições climáticas, destino dos materiais contaminados etc)

7. Anexos (p.ex: cópia do Relatório de Vistoria, mapa de localização do acidente etc)

Informante interno (IBAMA):

Nome: _____
Unidade do IBAMA: _____
Cargo/função: _____
Telefone: _____
Data: _____ Hora: _____

Figura E.2: Comunicado de Acidente Ambiental – Informações Complementares

Fonte: IBAMA (2009)