



PREVENÇÃO E COMBATE À POLUIÇÃO DO MAR POR ÓLEO

Marcus Vinicius Lisbôa Brandão

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Oceânica.

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Rio de Janeiro

Junho de 2012

PREVENÇÃO E COMBATE À POLUIÇÃO DO MAR POR ÓLEO

Marcus Vinicius Lisboa Brandão

DISSERTAÇÃO 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 MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA OCEÂNICA.

Examinada por:

Prof. Floriano Carlos Martins Pires Junior, D.Sc

Prof. Cláudio Luiz Baraúna Vieira, Ph.D

Prof. Márcio de Almeida D'Agosto, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2012

Brandão, Marcus Vinicius Lisbôa

Prevenção e Combate à Poluição do Mar por Óleo. /
Marcus Vinicius Lisbôa Brandão – Rio de Janeiro: UFRJ/
COPPE, 2012.

XVI, 107p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de
Engenharia Oceânica, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 103 - 107

1. Poluição do mar por óleo. 2. Técnicas de Resposta
a Derramamento de Hidrocarbonetos. I. Pires Junior,
Floriano Carlos Martins. II. Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III.
Título.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é fruto de mais de 29 anos de experiência somente na Petrobras, adquirida em duas grandes Unidades na qual tive o prazer e oportunidade de trabalhar: A Frota Nacional de Petroleiros – FRONAPE e a Gerência de Segurança, Meio Ambiente, Eficiência Energética e Saúde – SMES.

Graças a estas duas instituições tive a oportunidade de me aperfeiçoar, realizando diversos, treinamentos no Brasil e no exterior, atendendo a grandes acidentes ambientais, como os ocorridos na Baía de Guanabara no ano 2000, a Plataforma P-36, e também alguns acidentes no exterior, em países como México, Colômbia, Argentina, Japão e com destaque para o ocorrido com a plataforma Deepwater Horizon no Golfo do México no ano de 2010.

Gostaria de expressar alguns agradecimentos a pessoas que sempre me apoiaram não só na minha vida profissional, mas também pessoal.

Em primeiro lugar gostaria de ressaltar os meus pais Jair TorresBrandão e Cecy Lisbôa Brandão que sempre buscaram o melhor para mim, preocupados com a minha educação, formação e caráter. A vocês, queridos pais, que mesmo tendo partido muito cedo estão todo tempo iluminando meu caminho.

Aos meus filhos Luanny Brandão e Lohan Brandão, pelo tempo que deixei de dedicar a vocês cuidado, carinho e atenção por conta das minhas viagens e do meu trabalho. Saibam que mesmo distante, sempre tive e terei vocês no meu coração.

Ao meu irmão e acima de tudo amigo Paulo Brandão, companheiro de todas as horas, principalmente aquelas mais difíceis.

A minha avó Maria de Lourdes e meus queridos tios Joaquim Amaro e Nair Brandão

A Daniela Wonglon, pelo carinho, cuidado e dedicação nestes últimos 3 anos.

Aos Comandante Ronaldo Cevidanes Nunes Machado, Comandante. José Menezes Filho, Comandante Bento Augusto Magalhães e Comandante Jackson Soares Lage, grandes homens do mar, que sempre me incentivaram e apoiaram. Também aos meus atuais chefes: Engenheiro Ricardo Santos Azevedo e Jayme de Seta Filho. Vocês são parte importante na minha formação e também deste aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Floriano Carlos Martins Pires Junior pelo incentivo, orientação, apoio e oportunidade concedida para desenvolvimento e conclusão desse trabalho.

Agradeço também aos Professores Claudio Luiz Baraúna, Luiz Felipe Assis e Raad Yahya Qassim pelos ensinamentos ministrados durante esse período de aprendizado.

Agradeço ao Corpo Técnico da ITOPF, na pessoa de seu Diretor Richard Johnson, pelo apoio em vários momentos de pesquisa dessa tese.

A Clean Caribbean & Americas, com destaque ao seu presidente Paul Schuler e a toda sua equipe técnica, onde por ocasião de várias reuniões, pude absorver conhecimentos técnicos e precisos referente a técnicas e combate a poluição por óleo no mar.

A Oil Spill Response Limited, na pessoa de seu Presidente Archie Smith e alguns membros de sua equipe que me cederam e apoiaram com parte do material aqui utilizado.

Aos meus colegas de trabalho do SMES Corporativo, com atenção especial aos da área de Articulação e Contingência, pelo apoio e companheirismo dedicado ao longo desses últimos anos.

A Gilson Ricardo Babosa da Cunha, Rodrigo Cochrane Esteves e Ian Liberato Hernandez, companheiros fundamentais na reta final desta dissertação

As Sras. Maria Elza, Gleice Farias, Andrea Xavier e Luciana Machado pelo apoio pessoal, administrativo ao longo destes últimos 3 anos.

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado, em todos os momentos, nunca me faltando e me permitindo realizar todos os meus sonhos até o dia de hoje.

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

PREVENÇÃO E COMBATE A POLUIÇÃO DO ÓLEO NO MAR.

Marcus Vinicius Lisbôa Brandão

Junho/2012

Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Programa: Engenharia Oceânica

Esta dissertação apresenta as principais convenções internacionais que regulamentam as práticas do transporte marítimo, a segurança da navegação e o controle da poluição marítima por hidrocarbonetos; a forma pela qual o mundo está organizado em associações de atendimento e resposta a grandes vazamentos da indústria de petróleo, as principais técnicas de prevenção e combate à poluição do mar por hidrocarbonetos utilizadas nos maiores vazamentos ocorridos no mundo, enfatizando a explosão e afundamento da plataforma Deepwater Horizon no Poço de Macondo em 2010.

O estudo pretende ainda apresentar algumas iniciativas em diversas regiões do mundo, no que se refere a acordos, convenções e protocolos de apoio e ajuda mútua entre países de uma mesma região, objetivando as melhores práticas na prevenção e resposta a acidentes ambientais, com ênfase naqueles envolvendo derrames de hidrocarbonetos no mar.

A partir do exposto, o trabalho apresenta uma análise das principais medidas e meios de prevenção e combate a poluição por hidrocarbonetos ocasionados pelas movimentações realizadas através do transporte marítimo e operações *offshore*, frente ao que hoje vem sendo aplicado e desenvolvido por empresas que atuam no Brasil.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

PREVENTION AND RESPONSE TO MARINE OIL POLLUTION

Marcus Vinicius Lisbôa Brandão

June/2012

Advisor: Floriano Carlos Martins Pires Junior

Department: Oceanic Engineering

This dissertation presents the main international standards, which regulate marine transportation practices, vessel safety, and hydrocarbon marine pollution. It addresses the global model used to organize response associations to large oil spills in the petroleum industry, as well as the main techniques to prevent and respond to hydrocarbon marine pollution in the largest oil spill incidents in the world, emphasizing, among these, the explosion and sinking of the Deepwater Horizon in the Macondo field of the Gulf of Mexico in 2010

The study presents some initiatives in different regions of the world, which pertain to agreements, conventions, support protocols, and mutual aid among countries in the same region, focusing on the best practices in the prevention and response to environmental incidents, with emphasis on marine oil spills.

The dissertation analyzes the main countermeasures and means of preventing and responding to hydrocarbon pollution caused by marine transportation and offshore operations, against what today is being applied and developed by the companies that operate in Brazil.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2. MEIO AMBIENTE E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	6
2.1. Impacto nos ecossistemas marinhos	6
2.2. Direito Ambiental	7
2.3. Legislação brasileira	11
2.4. Licenciamento ambiental.....	14
CAPÍTULO 3. PROCESSOS DE INTEMPERISMO SOFRIDOS PELO ÓLEO NO MAR.....	16
3.1. Expansão.....	18
3.2. Evaporação	19
3.3. Dissolução.....	20
3.4. Dispersão	20
3.5. Emulsificação	21
3.6. Sedimentação.....	22
3.7. Biodegradação	22
3.8. Foto-Oxidação	22
3.9. Densidade	23
3.10. Viscosidade.....	24
CAPÍTULO 4. ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS DE RESPOSTA.....	26
4.1. Plano de contingência.....	27
4.2. Monitorar e avaliar	32
4.3. Contenção e recuperação	33
4.4. Barreiras de Contenção.....	34
4.5. Recolhedores de óleo (Skimmers).....	36
4.6. Limpeza de óleo na costa.....	40
4.7. Bioremediadores	43
4.8. Absorventes Naturais e Sintéticos	44
4.9. Gerenciamento de resíduos.....	45
CAPÍTULO 5. CONVENÇÕES INTERNACIONAIS	47
5.1. Organização Marítima Internacional	50
5.2. Convenção Marpol.....	51
5.3. OPRC-90	53

5.4.	Convenção de Responsabilidade Civil - CLC 69	54
5.5.	Convenção de Responsabilidade Civil CLC 92	56
5.6.	Convenção do Fundo	56
5.7.	Limites de responsabilidades dos Fundos.....	57
5.8.	Fundo IOPC	58
5.9.	Clubes de P&I.....	58
5.10.	Código Internacional de Gerenciamento de Segurança - <i>ISM Code</i>	59
5.11.	Acordos voluntários.....	60
CAPÍTULO 6. DISPERSANTES QUÍMICOS.....		61
6.1.	Tipos de dispersantes	64
6.2.	Utilização dos dispersantes.....	65
6.3.	Considerações ecológicas	68
6.4.	Toxicidade	70
6.5.	Monitoramento	72
6.6.	Aplicações.....	73
CAPÍTULO 7. TÉCNICAS DE QUEIMA IN SITU		78
7.1.	Introdução da queima in situ.....	78
7.2.	Características da Queima <i>in situ</i>	78
7.3.	Considerações relativas ao meio ambiente e a saúde	80
7.4.	Considerações relativas à segurança.....	82
7.5.	A utilização do método no acidente da Deepwater Horizon	83
CAPÍTULO 8. ORGANIZAÇÕES MUNDIAIS DE RESPOSTA AO COMBATE DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO – OSRO.....		85
8.1.	Alaska Clean Seas (ACS)	85
8.2.	Australian Marine Oil Spill Center (AMOSC).....	85
8.3.	Clean Caribbean & Americas (CCA)	85
8.4.	East Canadian Response Center (ECRC)	86
8.5.	Western Canada Marine Response Corporation (WCMRC).....	87
8.6.	Oil Spill Response Limited (OSRL).....	87
8.7.	Marine Spill Response Corporation (MSRC).....	88
8.8.	Norwegian Clean Seas Association for Operation Companies – NOFO	88
8.9.	Centros de Defesa Ambiental (CDAs)	88
CAPÍTULO 9. INICIATIVA GLOBAL PARA PREVENÇÃO DE POLUIÇÃO POR ÓLEO.....		91

9.1.	Ações Globais da Associação Internacional das Indústrias de Petróleo e Gás voltadas às questões ambientais e sociais (IPIECA)	91
9.2.	Interfaces entre a Organização Marítima Internacional e a IPIECA.	91
9.3.	Mar Cáspio, Mar Negro e Eurásia Central (OSPRI).	92
9.4.	Mar Mediterrâneo (MOIG).....	92
9.5.	Programa de Combate a poluição na África (WACAF).....	93
9.6.	Sudeste e Noroeste da Ásia.....	93
9.7.	América Latina e Caribe (ARPEL).....	94
9.8.	Associação Internacional Armadores de Navios Petroleiros (ITOPF).....	94
	CAPÍTULO 10. CONCLUSÃO	96
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: NÚMERO DE GRANDES ACIDENTES OCORRIDOS DE 1970 A 2011 (ITOPF).	2
FIGURA 2: PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICOS DURANTE UM VAZAMENTO DE ÓLEO (ITOPF, 2011).....	18
FIGURA 3: NÚMERO DE ACIDENTES MÉDIOS (7-700 TON.) E GRANDES (>700 TON.) OCORRIDOS A PARTIR DE 1970 A 2011.	27
FIGURA 4: CASOS EM QUE AS AÇÕES SÃO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO.	33
FIGURA 5: CONTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ÓLEO – STAVANGER - NORUEGA 2005.	34
FIGURA 6: CONFIGURAÇÕES DE FORMAÇÕES DE BARREIRAS DE CONTENÇÃO DE ÓLEO.	36
FIGURA 7: RECOLHEDOR DE ÓLEO DO TIPO VERTEDOURO.....	37
FIGURA 8: RECOLHEDOR DE ÓLEO DO TIPO OLEOFÍLICO EM FORMA DE TAMBOR E DISCO.	38
FIGURA 9: RECOLHEDOR DE ÓLEO DO TIPO VÁCUO – HEIBEI SPIRIT – CORÉIA DO SUL 2007.	39
FIGURA 10: RECOLHEDORES DE ÓLEO DO TIPO MECÂNICO – EGMOPOL.	40
FIGURA 11: ESTÁGIOS DE REMOÇÃO E LIMPEZA DE ÓLEO NA LINHA DE COSTA.	42
FIGURA 12: LIMPEZA NA PRAIA DE <i>MALLIPO</i> – CORÉIA DO SUL 2007.	43
FIGURA 13: ENCALHE DO NAVIO <i>SEA EMPRESS</i> EM 1996 - <i>MILFORD HAVEN</i> - <i>UK</i>	47
FIGURA 14: DADOS TÉCNICOS DO ACIDENTE DO NAVIO <i>EXXON VALDEZ</i> - <i>ADNR</i>	49
FIGURA 15: ORGANOGRAMA DA ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL.	51
FIGURA 16: ENCALHE DO NAVIO <i>AMOCO CADIZ</i> NA BRETANHA EM 1978.	52
FIGURA 17: PAÍSES SIGNATÁRIOS DA CONVENÇÃO OPRC - IMO.....	54
FIGURA 18: ACIDENTE COM O NAVIO <i>TORREY CANYON</i> EM 1967– <i>LANDS END</i> - <i>UK</i>	55
FIGURA 19: APLICAÇÃO DE DISPERSANTES QUÍMICOS COM AERONAVE.	63
FIGURA 20: COSTA AMERICANA COM DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS COM PRÉ AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DISPERSANTES.	67

FIGURA 21: QUADRO COMPARATIVO DO PRINCIPAL DISPERSANTE UTILIZADO NO MUNDO E PRODUTOS UTILIZADOS DOMESTICAMENTE – FONTE: ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.	71
FIGURA 22: MÉTODOS DE LANÇAMENTO DE DISPERSANTE NO MAR.	74
FIGURA 23: HÉRCULES C-130 LANÇANDO DISPERSANTE NO GOLFO DO MÉXICO.	76
FIGURA 24: QUEIMA <i>IN SITU</i> NO CAMPO DE MACONDO – JUNHO 2010.	79
FIGURA 25: BARREIRA TIPO HIDROFIRE EMPRESTADA PELO BRASIL À BRITISH PETROLEUM.	83
FIGURA 26: EMPRESAS GLOBAIS DE RESPOSTA A NÍVEL MUNDIAL.	86
FIGURA 27: CDAs, BASES AVANÇADAS E POSTOS DEDICADOS OPERADOS PELA PETROBRAS.	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS NOCIVAS E PERIGOSAS DE ACORDO COM A LEI 9.966.....	13
TABELA 2: ANEXO I DA LEI 9.966 QUE TRATA DE VALORAÇÃO DE MULTAS.....	14
TABELA 3: EVAPORAÇÃO DE ALGUNS HIDROCARBONETOS EM HORAS A TEMPERATURA AMBIENTE DE 15°C.....	20
TABELA 4: DOS ÓLEOS COM BASE NA GRAVIDADE DE API.(NOAA).....	23
TABELA 5: SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE UM PLANO DE CONTINGÊNCIA.....	29
TABELA 6: COMPARATIVO ÓLEO VAZADO X PESSOAL UTILIZADO.....	40
TABELA 7: COMPARATIVO ENTRE ABSORVENTES NATURAIS E SINTÉTICOS.....	44
TABELA 8: : COMPARATIVO ENTRE A ESTRATÉGIA E O TIPO DE RESÍDUO GERADO.....	46
TABELA 9: TIPOS DE DISPERSANTES.....	64
TABELA 10: TABELA DE UTILIZAÇÃO DE DISPERSANTES.....	68

LISTA DE SIGLAS

ACS	Alasca Clean Seas
ADDS	Aerial Dispersant Delivery System
AMOSC	Australian Marine Oil spill Center
API	American Petroleum Institute
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ARPEL	Associação Regional das Empresas do setor Petróleo, Gás e Biocombustíveis da América Latina e Caribe
CCA	Comissão de Coordenação de Assuntos para a Organização Marítima Internacional
CDA	Centro de Defesa Ambiental
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CLC 69	Convenção Internacional Sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição de Óleo de 1969
CLC 92	Convenção Internacional Sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição de Óleo de 1992
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CRISTAL	Contract Regarding Interim Supplement to Tanker Liability for Oil Pollution
DOC	Document of Compliance
DOR	Dispersant Oil Rate
DPC	Diretoria de Portos e Costas
ECRC	East Canadian Response Center
E&P	Exploração e Produção
FUND 71	International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage, 1971
GIRG	Global Industry Response Group
GIS	Global Information System
HPAs	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBP	Instituto Brasileiro do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

IPIECA	International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
ISB	In Situ Burning
GI	Global Initiative
IMO	International Maritime Organization
ISM	International Safety Management Code
ITAC	Industry Technical Advisory Committee
ITOPF	International Tankers Owners Pollution Federation
JIP	Joint Industry Project
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.
MEPC	The Marine Environment Protection Committee
MOIG	Grupo da Empresas de Petróleo que operam no Mar Mediterrâneo
MSRC	Marine Spill Response Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NEBA	Net Environmental Benefits Analysis
NOFO	Norwegian Clean Seas Association for Operation Companies
OGP	International Association of Oil and Gas Producer
OPA 90	Oil Pollution Act 1990
OPRC	International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990.
OSPRI	Mar Cáspio, Mar Negro e Eurásia Central
OSRL	Oil Spill Response Limited
OSRO	Oil Spill Response Organization
PNC	Plano Nacional de Contingência
P&I	Protection and Indemnity
SDR	Special Drawing Rights – Direito Especial de saque
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SOLAS	Safety of Life at Sea
SOPEP	Shipboard Oil Pollution Emergency Plan
TAC	Termo de Ajuste de Conduta - é um acordo firmado entre o Ministério Público e a parte interessada, de modo que esta se comprometa a agir de acordo com as leis trabalhistas, sob pena de multa.

TOVALOP	Tankers Owners' Voluntary Agreement Concerning Liability for Oil Pollution
WACAF	Iniciativa Global de Combate a poluição do Oeste, Central e Sudoeste da Africa
WCMRC	West Canada Marine Response Corporation

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Os mares e os oceanos são uma fonte abundante de recursos biológicos e naturais. São responsáveis pela reciclagem de produtos químicos e ciclos biológicos, fonte de alimentos e renda, além de constituírem vias naturais de transporte e comércio.

Durante séculos, os oceanos foram vistos como um lugar conveniente para se jogar uma variedade de resíduos, lixo e efluentes líquidos. Por conseqüência, existe pouca zona costeira completamente impoluta. A poluição marinha resulta em permanente degradação do meio ambiente marítimo e costeiro. Estima-se que 100.000 animais marinhos morram diariamente mundo afora, em decorrência da ingestão de restos de plásticos ou presos neles.

O transporte marítimo é, sem dúvida, o mais barato e ecologicamente correto. Os petroleiros transportam uma carga superior a 40% de todo o comércio marítimo mundial e na década passada, 58% de todo o petróleo consumido no mundo foi transportado pelo mar – aproximadamente 1 bilhão e 800 milhões de toneladas, sendo o volume das cargas que viajam pelos mares e oceanos cada vez mais freqüente e crescente, chegando a números como 20 trilhões de toneladas. Sem sombra de dúvidas, o transporte marítimo e os portos pelo mundo afora tem contribuído de uma maneira muito forte para o progresso da Humanidade.

Derramamentos de hidrocarbonetos originados por incidentes no transporte marítimo, até pouco tempo atrás, representava cerca de 10% da poluição global dos oceanos, entretanto, nestes últimos anos, devido a uma maior conscientização da indústria, pressão da sociedade e inovações tecnológicas, este número vem decrescendo rapidamente. A poluição é freqüentemente um subproduto das atividades humanas essenciais, e o aumento contínuo da população mundial resultará em mais pressão nos oceanos como um grande depósito de lixo; é essencial encontrar alternativas para essa disposição, a fim de que o meio ambiente marinho seja preservado para as futuras gerações.

Muito se tem falado sobre a destruição e a proteção do planeta Terra devido a graves fatores de agressão ambiental, dentre os quais, destaca-se a poluição de corpos hídricos causada por petróleo e seus derivados que, em ocorrendo, afeta o ecossistema, em maior ou em menor grau, conforme a gravidade e as conseqüências, como alteração do pH, diminuição de oxigênio dissolvido e diminuição do alimento disponível.

Em todo o mundo, uma consciência voltada para a proteção ambiental e a preservação do meio ambiente ecoa nos mais diversos setores da sociedade organizada. A natureza, tão rica e proeminente em recursos para prover os habitantes do planeta, sente-se seriamente ameaçada pela destruição e pela degradação do meio ambiente causada pelo homem. Esta ação nociva retarda e prejudica o processo de desenvolvimento social e tecnológico de qualquer nação. Por conta disso, as grandes potências mundiais passaram a reunir-se para elaborar intenções e metas para a preservação do meio ambiente; o resultado desta iniciativa pode ser observado na figura 1, onde é notória a acentuada queda do número de grandes acidentes, aqueles considerados acima de 700 toneladas, no mundo.

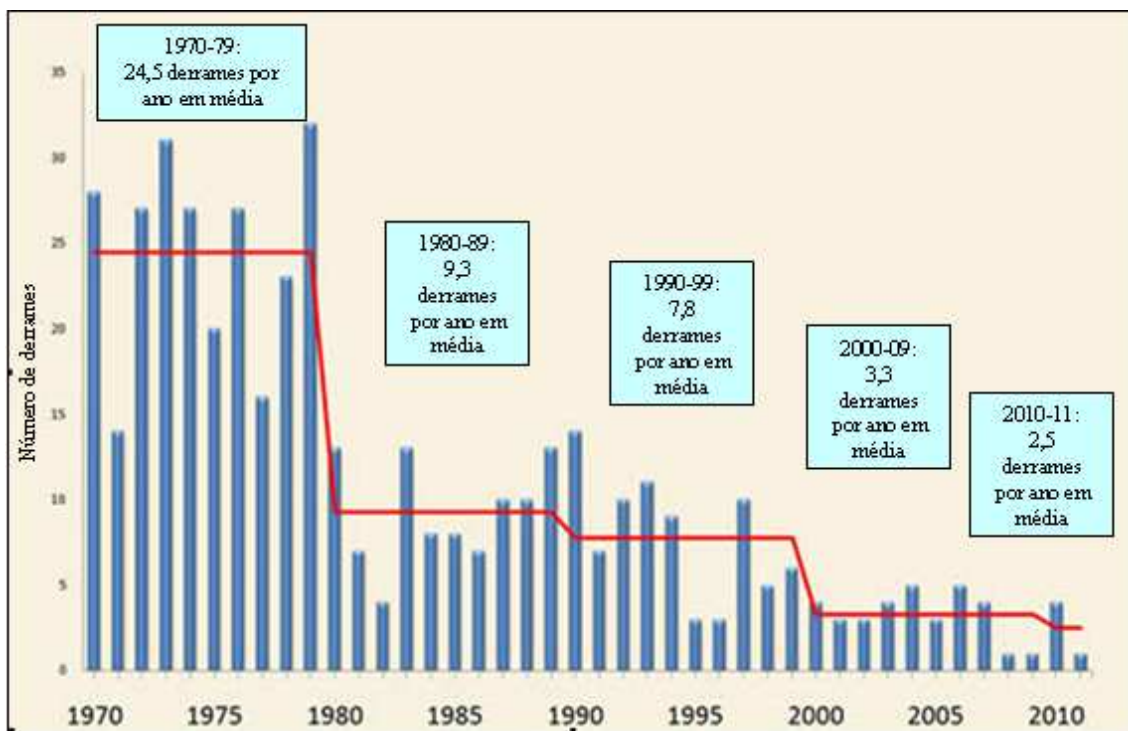


Figura 1: Número de grandes acidentes ocorridos de 1970 a 2011 (ITOPF).

O ambiente marinho que abastece o planeta com oxigênio e nutrientes essenciais à vida é o meio onde se observa 95% do transporte marítimo mundial, e vinha sofrendo, ao longo das últimas décadas, um árduo processo de degradação que tinha no derramamento de petróleo no mar uma das suas mais fortes agressões e ameaças, tanto por intermédio de descargas e vazamentos acidentais no processo de transporte, carregamento e descarregamento de petróleo e seus derivados, como a partir de ocorrências não provenientes de navios e embarcações de transporte de petróleo e seus

derivados. Atualmente os navios que transportam carga geral, e até mesmo de passageiros, vem contribuindo para a poluição dos mares de uma maneira bem acentuada em relação às últimas décadas. Mas, é fato que ainda em alguns casos, essa poluição ocorre por falhas nos processos de prospecção de petróleo, operações de terminais, oleodutos e refinarias.

A Terra é um planeta com mais de 70% coberta de água, com uma área de mais 360.000.000 km², sendo os mares e oceanos uma fonte inesgotável de recursos biológicos e naturais. (FIGUEIREDO, 2002)

A poluição do mar causada por petróleo, principalmente em áreas abrigadas como portos e baías, foi observada a partir da segunda grande guerra mundial, com o aumento do tráfego marítimo mundial, passando o mundo então a adotar medidas de fiscalização e controle que passaram a ser implementadas em diversos países como uma forma de prevenir acidentes e mitigar os danos ambientais, danos estes que se tornaram mais visíveis ao longo dos anos.

Felizmente, em se tratando de medidas de monitoramento, controle, regulamentação e fiscalização dos processos de transporte marítimo de petróleo e de seus produtos derivados em águas internacionais, há um consenso e uma obrigatoriedade de cumprimento de convenções e resoluções por parte de todos os países que estejam envolvidos nestes processos havendo inclusive a responsabilização pecuniária dos responsáveis pelos eventuais derramamentos de produtos transportados.

Este consenso se deve a fatores históricos e organizacionais das sociedades e economias mundiais que, a partir de uma seqüência de acidentes verificada ao longo de uma cronologia relativamente recente, principalmente após o primeiro grande acidente ocorrido no transporte marítimo de petróleo, com o navio *Torrey Canyon*, no Canal da Mancha, perceberam a necessidade de organização e regulamentação sobre este assunto.

A melhor solução para um derramamento de óleo, em primeiro lugar é sempre evitá-lo. Mas, se o derramamento já ocorreu, é fundamental que os profissionais responsáveis pela minimização do dano estejam cientes de que medidas rápidas e eficazes, um plano bem estruturado com equipamentos apropriados e equipes especializadas, são de fundamental importância para uma pronta e eficaz resposta.

Para entender as implicações dos diversos métodos que podem ser adotados durante a limpeza, é importante conhecer as metodologias utilizadas, bem como qual o tipo de meio ambiente e as propriedades físico-químicas da substância causadora da poluição.

Para que fosse possível desenvolver o estudo proposto, considerou-se uma estrutura com dez capítulos da seguinte forma: O presente e primeiro capítulo apresenta uma breve introdução que aborda os objetivos, justificativa e a metodologia adotada para a elaboração desta dissertação, assim como a sua delimitação.

O Capítulo 2 apresenta de uma forma geral as principais legislações concernentes à poluição causada por óleo no Brasil e aos principais impactos ao meio ambiente marinho.

No Capítulo 3 apresenta-se uma pesquisa bibliográfica sobre os principais processos físico-químicos e biológicos, sofridos pelo óleo quando este se encontra derramado no ambiente marinho, abordando o tempo de exposição e as condições meteorológicas locais que irão determinar a intensidade de cada um desses processos, conhecidos como intemperismo.

O Capítulo 4 detalha as principais técnicas e estratégias de resposta que devem ser utilizadas em um combate a derramamento de óleo, abordando a estruturação de diversos níveis de planos de contingência, a utilização de barreiras de contenção e suas técnicas de formação e os principais tipos de recolhedores de óleo, finalizando com um estudo comparativo entre as diferentes estratégias utilizadas e a quantidade de resíduos gerada por cada um desses métodos.

No Capítulo 5 são apresentadas as principais convenções internacionais no tocante a prevenção e combate a poluição por óleo no mar, sendo mostrado como é disciplinada a notificação de acidentes, falando-se ainda sobre a criação de sistemas regionais e nacionais de resposta, a viabilização de acordos internacionais de cooperação, e também de como são tratadas às questões de responsabilidade civil, compensação de danos por poluição - incluindo custos de limpeza, custos com medidas de prevenção ou limitação da extensão do dano a propriedades e perdas econômicas associadas.

No capítulo 6 são abordados os principais conceitos sobre uma das mais eficientes e eficazes técnicas de combate a poluição por óleo no mar, a utilização de dispersantes químicos. É comentado sobre a sua composição química, como eles agem quando em contato com o óleo, os diferentes tipos utilizados no mundo, sua aplicação de acordo com a legislação ambiental brasileira, quando se deve ou não utilizar esta técnica, e são apresentadas algumas questões relativas à sua toxicidade e aos principais métodos de aplicação utilizados.

O Capítulo 7 apresenta outra técnica de combate à poluição por óleo conhecida como queima *in situ*, técnica esta que apesar de complexa, foi muito utilizada no acidente ocorrido no Golfo do México com a plataforma Deepwater Horizon. Será feita uma abordagem sobre as suas características, e serão tecidas considerações sobre as questões relativas à segurança, meio ambiente e saúde a serem observadas quando da sua utilização. Fechando o capítulo será abordada a eficiência verificada na utilização desta técnica quando da ocorrência do acidente do Golfo do México.

O capítulo 8 considera faz, por meio de revisão bibliográfica e documental, um levantamento e a descrição das principais organizações mundiais de resposta ao combate de derramamento de óleo no mar distribuídas estrategicamente pelos cinco continentes, suas respectivas estruturas de resposta e como a maior empresa de energia do país esta preparada para atender a possíveis acidentes envolvendo vazamento de óleo.

No capítulo 9 são tratadas as principais iniciativas globais para prevenção e combate a poluição por óleo. A partir da apresentação da Organização Marítima Internacional e da IPIECA, é mostrado como são desenvolvidos vários trabalhos suportados pelos consultores técnicos da indústria do petróleo na promoção das melhores práticas internacionais. Será demonstrado como é realizado este suporte para as empresas e até mesmo governos de diversos países em desenvolvimento, no que se refere à prevenção de acidentes.

No capítulo 10 são apresentadas as considerações finais e conclusões desta dissertação. Por fim, seguem as “Referências Bibliográficas”, e as fontes pesquisadas ao longo desta dissertação.

CAPÍTULO 2. MEIO AMBIENTE E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Antes de entrar nas questões técnicas que envolvem o combate à poluição por óleo, é importante conhecermos alguns conceitos sobre meio ambiente e algumas leis que dizem respeito a este trabalho.

Primeiramente, poluição é toda e qualquer agressão feita ao meio ambiente. Essa agressão pode acontecer de várias formas: descarga de gases de veículos; lixo jogado nas estradas, rios, lagos, baías, lagoas, mares, ruas; lixos residenciais, hospitalares e industriais depositados em locais impróprios; etc. A que nos interessa abordar neste trabalho, no entanto, é a poluição contra a qual a indústria de petróleo e as empresas de navegação e transporte marítimo de carga mais tentam combater: acidentes com vazamento de óleo nas operações de carga e descarga de navios petroleiros em píeres, operações em sistemas de dutos, refinarias, plataformas, acidentes envolvendo embarcações, entre outras.

O meio ambiente foi reconhecido como bem jurídico autônomo desde a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), quando o art. 3º o definiu 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”.

2.1. Impacto nos ecossistemas marinhos

A poluição marinha é definida como a introdução, pelo homem, de substâncias ou energia no ambiente marinho acarretando em efeitos deletérios, como os danos aos recursos vivos, doenças à saúde humana e obstáculos às atividades marinhas, incluindo pesca e lazer, ocasionando redução da qualidade de vida (MARQUES Jr, 2002).

Ao longo dos séculos, o homem tem produzido e lançado seus resíduos tóxicos no solo, na atmosfera, rios, lagos e oceanos. Atualmente, esses lançamentos ocorrem através de efluentes urbanos e industriais, dos emissários submarinos, rejeitos das atividades offshore e atividades como descargas ilegais provocadas por acidentes envolvendo oleodutos, refinarias e navios, seja em alto mar ou em portos e baías.

Quase sempre os vazamentos de óleo de navios atraem a atenção da mídia e do público, motivando novas legislações. Contudo, uma quantidade significativa de óleo derramado no mar provém de outras fontes – incluindo infiltrações do ambiente natural, conhecidas como exsudações –, descargas do processo de refinamento, operações de

distribuição e venda, assim como disposições inadequadas por parte dos usuários finais do produto do óleo (IPIECA, 2010).

Os acidentes ambientais podem ser definidos como os eventos inesperados que afetam direta ou indiretamente a segurança e a saúde da comunidade envolvida, causando impactos no meio ambiente como um todo e apresentam-se com uma distinção entre os naturais (terremotos ou tempestades) e os tecnológicos (em indústrias ou usinas nucleares), originados pela ação humana. (SERPA,1996)

Os acidentes que ocorreram até agora, em geral, resultaram em danos extensivos ao meio ambiente, como mortandade de peixes e danos a fauna marinha. Um dos mais conhecidos deles na indústria do petróleo, ocorreu com o navio *Torrey Canyon*, nas ilhas Scilly, em 1967, foram derramados 117 mil toneladas de óleo cru nas costas da Inglaterra e França, ressaltando a inadequação e deficiência das Leis Nacionais e Internacionais relativas à responsabilidade por poluição por óleo.

2.2. Direito Ambiental

Entende-se como Direito Ambiental o conjunto de princípios e normas reguladoras das atividades humanas que, direta ou indiretamente, possam afetar a sanidade do ambiente e a sua dimensão global, visando a sua sustentabilidade para as presentes e futuras gerações (Édis Milaré).

Com vistas à regular as atividades e as inter-relações humanas sobre a natureza, de acordo com os princípios dados pelo Direito Ambiental, no Brasil há um conjunto de regras obrigatórias, que são estabelecidas por:

- Constituição Federal e suas emendas;
- Leis Complementares;
- Leis Ordinárias;
- Medidas Provisórias;
- Decretos;
- Resoluções;
- Normas.

Em análise das diversas Constituições brasileiras, conclui-se que desde a Constituição Federal de 1934 todas mantiveram a proteção ao patrimônio histórico, paisagístico e cultural do país. Além disso, houve constante indicação no texto constitucional da função social da propriedade, solução que não focava efetivamente a proteção do patrimônio ambiental. Também não havia preocupação do legislador em proteger o meio ambiente de forma específica e global.

A Constituição de 1988 foi a primeira a consolidar a autonomia jurídica do bem ambiental, refletindo o interesse primário na conservação da qualidade ambiental.

“O meio ambiente é patrimônio público e deve ser protegido pelo Estado e pela sociedade” (Art. 225 da CF/1988).

O meio ambiente foi reconhecido como bem jurídico autônomo desde a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), quando o art. 3º o definiu 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”.

Assim, possibilita-se com a autonomia do bem ambiental a sua tutela como bem independente, versando a proteção jurídica sobre a qualidade ambiental e sobre as características físicas, químicas e biológicas do ecossistema.

Além disso, a Constituição de 1988 foi à primeira Constituição Brasileira que consolidou a autonomia jurídica do bem ambiental, refletindo o interesse primário na conservação da qualidade ambiental.

O Art. 225, “caput”, deu continuidade a valorização do meio ambiente, iniciado pela Lei 6.938/81, consolidando-o como “direito fundamental da pessoa humana, como forma de preservar a vida e a dignidade das pessoas” – núcleo essencial dos direitos fundamentais, pois ninguém contesta que o quadro da destruição ambiental no mundo compromete a possibilidade de uma existência digna para a Humanidade e põe em risco a própria vida humana”.

Segundo entendimento do Supremo Tribunal Federal, o direito ao meio ambiente é de terceira geração, que se caracteriza como de titularidade difusa ou coletiva, isto é, a pessoa individualmente considerada não é a titular, mas sim a coletividade, muitas vezes indefinida e indeterminada.

Vale ressaltar que a matéria ambiental não é esgotada em seu capítulo próprio; ao longo da Constituição há inúmeras passagens sobre o tema, concretizando o caráter

de interdisciplinaridade e de transversalidade do Direito Ambiental. O Art. 170, por exemplo, estabelece que a ordem econômica e financeira observe a defesa do meio ambiente, sendo certo que a livre iniciativa sofre limitações, só podendo ser praticada desde que observadas às normas ambientais (princípio do desenvolvimento sustentável).

O dever geral de defesa e preservação do meio ambiente é seccionado em deveres específicos que, em síntese, são os seguintes:

- a) Preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais;
- b) Promoção do manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
- c) Preservação da biodiversidade e controle das entidades de pesquisa e manipulação de material genético;
- d) Definição de espaços territoriais protegidos;
- e) Realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental;
- f) Controle da produção, comercialização e utilização de técnicas, métodos e substâncias nocivas à vida, à qualidade de vida e ao meio ambiente;
- g) Educação Ambiental;
- h) Proteção à fauna e à flora.

A Constituição Federal de 1988, também sobre o meio ambiente, 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”. Dessa forma, o meio ambiente é um bem juridicamente tutelado, e qualquer norma que contrarie esse princípio será inconstitucional.

- **Art. 225.**

§ 1.º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

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

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

Essa cláusula privilegia o uso e a aplicação de tecnologias limpas. Ex.: Lei dos Agrotóxicos (nº 7.802/89) e Lei de Controle das Biotecnologias (nº 8.974/95).

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

Prevê a conscientização: ensino formal e não formal. A Lei nº 9.795/99 - Política Nacional de Educação Ambiental está relacionada com essa cláusula.

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Há necessidade de atualizar as leis com o conhecimento disponível. Estão relacionadas a esta cláusula a Lei nº 5.197 - Animais Silvestres, e a Lei nº 9.605/98 - Lei dos Crimes Ambientais.

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Pressupõe-se que o dano é inevitável. No entanto, cabe ao órgão público exigir os requisitos em que este dano deva ocorrer e a forma de recuperação mais apropriada.

§ 3º - 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 os danos causados.

Não se discute a legalidade dos atos. O reparo não inibe sanções.

As Normas Ambientais são de ordem pública e sua aplicação é imediata. Meio ambiente pode ser considerado conforme três aspectos diferentes, porém interligados. São eles:

- Meio ambiente urbano: espaço urbano construído (fechado – edificações) e espaço urbano aberto (ruas, praças, áreas verdes, etc.).
- Meio ambiente cultural: patrimônio histórico, arqueológico, paisagístico, turístico e artístico.
- Meio ambiente natural: interações entre os seres vivos – solo, água, ar, etc. – Lei 6938/81, art. 3º.

2.3. Legislação brasileira

As principais legislações concernentes à poluição causada por óleo no Brasil serão apresentadas a seguir.

- **Lei nº 6.938:** dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, de 31 de Agosto de 1981, com seus mecanismos de formulação e aplicação, institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de defesa ambiental; cria o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e constitui o SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente).

E define em seu Art. 3º:

“I - Meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abrigam e regem a vida em todas as suas formas;

III – Poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente”.

- **Lei Federal N° 9.605 de 12/02/98 / Lei de Crimes Ambientais:** dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Esta lei responsabiliza pessoas físicas e jurídicas, sendo que a punição poderá ser extinta com apresentação de laudo que comprove a recuperação do dano causado. Objetos de enfoque dessa lei são a fauna, flora, poluição, ordenamento urbano, patrimônio cultural e administração ambiental. Incrimina pessoa física e jurídica. Há sanções penais – restrição de direito (serviços a comunidade, interdição de direitos, suspensão de atividades, prestação pecuniária, recolhimento domiciliar). As sanções administrativas por violações de regras jurídicas – advertência, multa simples e diária (50 reais a 50 milhões de reais), apreensão, destruição, suspensão, embargo e demolição. Revigora o Termo de Ajuste de Conduta (TAC), um instrumento administrativo, previsto no artigo 5º, § 6º, da Lei n.º 7.347, de 24 de julho de 1985 (Lei de Ação Civil Pública), utilizado pelos órgãos públicos, em especial o Ministério Público, para disciplinar a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.

Tríplice Responsabilidade: Física ou Jurídica

Administrativa: Advertência, multa simples (50 milhões), apreensão/destruição de produtos, equipamentos, embargo, cancelamento de registro, licença, etc.

Civil (objetiva) – Restauração do dano causado ou indenização.

Criminal (subjativa) – Multa, restrição e interdição de direito e liberdade, prestação de serviço comunitário e pecuniária.

- **Lei 9.966/00 / Lei do Óleo:** dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sobre jurisdição nacional. Aplica-se às embarcações nacionais, portos organizados, instalações portuárias, dutos, plataformas e suas instalações de apoio, em caráter complementar à Convenção MARPOL 73/78 e às embarcações, plataformas e instalações de apoio estrangeiras, cuja bandeira arvorada seja ou não de país contratante da MARPOL 73/78, quando em áreas sob jurisdição nacional.

As substâncias nocivas ou perigosas estão classificadas nas seguintes categorias, nesta lei, de acordo com o risco produzido quando descarregadas na água:

Tabela 1: Classificação de substâncias nocivas e perigosas de acordo com a Lei 9.966.

Categoria A	Alto risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático
Categoria B	Médio risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático
Categoria C	Risco moderado tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático
Categoria D	Baixo risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático

- Regulamentando a lei 9.966, o Decreto nº 4.136, de 20 de Fevereiro de 2002, vem especificando as 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; instituindo valores das multas aplicáveis e seus determinados casos, separando-os em grupos e estabelecendo o órgão competente para a aplicação das multas. Este decreto estabelece que “constitui infração às regras 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, a inobservância a qualquer preceito constante da Lei nº 9.966 e instrumentos

internacionais ratificados pelo Brasil”. Em seu artigo 4º resolve que “as infrações, para efeito de aplicação de multa, classificam-se em grupos, por faixas, de modo que permita a sua adequada gradação em função da gravidade da infração, sendo seus valores estabelecidos no Anexo I deste Decreto”.

Tabela 2: Anexo I da Lei 9.966 que trata de valoração de multas.

GRUPOS	MULTAS (R\$)
A	1.000,00 a 10.000.000,00
B	1.000,00 a 20.000.000,00
C	1.000,00 a 30.000.000,00
D	1.000,00 a 40.000.000,00
E	1.000,00 a 50.000.000,00
F	7.000,00 a 35.000,00
G	7.000,00 a 70.000,00
H	7.000,00 a 700.000,00
I	7.000,00 a 7.000.000,00
J	7.000,00 a 1.000.000,00 acrescido de 7.000,00 a cada hora a partir do incidente

2.4. Licenciamento ambiental

O **licenciamento ambiental** é um procedimento pelo qual o órgão ambiental competente – federal (IBAMA), estadual ou municipal – permite a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, e que possam ser consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Este licenciamento possui as etapas de Licenciamento prévio, Instalação e Operação. A Licença Prévia é solicitada durante a fase de planejamento, aprovando ou não a sua implantação. A Licença de Instalação aprova os projetos, e autoriza o início de seu empreendimento, uma vez que a Licença Prévia tenha sido concedida. A Licença de Operação é a que autoriza em definitivo o funcionamento das atividades.

O Capítulo 2 procurou definir alguns conceitos referentes às principais legislações ambientais brasileiras concernentes à poluição causada por óleo e suas principais implicações.

No Capítulo 3 serão apresentados, a partir de uma pesquisa bibliográfica, os principais processos físico-químicos e biológicos sofridos pelo óleo quando derramado no mar, abordando-se o tempo de exposição e as condições meteorológicas locais que irão determinar a intensidade de cada um desses processos.

CAPÍTULO 3. PROCESSOS DE INTEMPERISMO SOFRIDOS PELO ÓLEO NO MAR

Os combustíveis fósseis são uma das principais fontes para obtenção de energia que move a civilização atual e a crescente demanda pelo aumento do consumo mundial vem acarretando a sua introdução no ambiente marinho. O modo aquaviário é o melhor e mais eficaz meio de escoamento e transporte de petróleo no mundo, pois devido ao grande consumo mundial, cerca de 88 milhões de barris produzidos diariamente, estas quantidades devem ser transportadas em grandes volumes, por isso a maior quantidade movimentada é transportada através de navios petroleiros cada vez maiores e automatizados. Um transporte cada vez mais seguro e menos poluidor, com tripulações a cada dia mais bem treinadas. Entretanto, quando ocorre um sinistro envolvendo um navio petroleiro, as conseqüências podem ser catastróficas e com forte impacto na mídia.

A composição química dos mais diversos tipos de hidrocarbonetos é extremamente variável e sofre várias influências físico-químicas, complexas e variáveis devido a sua formação geológica. Uma amostra de petróleo pode apresentar mais de mil substâncias diferentes, mas, aproximadamente 200 dentre estas, são comuns a todos os tipos de petróleo. Os principais constituintes são os hidrocarbonetos (principalmente alcanos, cicloalcanos e aromáticos), que correspondem entre 50% a 98% do petróleo. Por outro lado, os compostos de enxofre e os ácidos graxos, correspondem, respectivamente, 10% e 5% da composição do petróleo. Além destes componentes majoritários o petróleo também possui uma grande quantidade de substâncias nitrogenadas e vários metais pesados.

Todavia, os hidrocarbonetos mais voláteis, evaporam mais rapidamente nas primeiras 48 horas após um derrame. Esse fator é um dos que mais rapidamente contribui na redução do volume do óleo derramado e minimiza bastante o impacto na fauna e flora marinha.

Na maioria dos casos, quanto maior a cadeia carbônica do composto presente no petróleo, maior será sua persistência, menor será a evaporação, assim como a solubilidade e também mais demorada será a sua biodegradação. Os hidrocarbonetos por características, são apolares, ou seja, não possuem afinidade de atração com a água.

Os compostos saturados são predominantes na maioria dos óleos, e são mais suscetíveis à evaporação e à dispersão. Os compostos aromáticos de baixo peso molecular são parcialmente solúveis em água, mas evaporam rapidamente após um derrame, enquanto os aromáticos de elevado peso molecular não apresentam o mesmo comportamento. As resinas e os asfaltenos, também componentes do petróleo, possuem propriedades similares, sendo ambos os grupos estáveis aos processos de evaporação, dispersão e biodegradação.(FINGAS,1998)

A EPA - *Environmental Protection Agency*, Agência de Proteção Ambiental dos EUA, possui uma lista indicando quais são os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) poluentes de prioridade ambiental e que devem ser monitorados.

Por esse motivo, existe um interesse crescente de se entender o destino e as formas de desaparecimento dos hidrocarbonetos para que haja o desenvolvimento de métodos mais eficientes de remoção dos mesmos do meio ambiente.

Quando ocorre um vazamento de óleo no mar, diferentes processos físico-químicos e biológicos se iniciam tão logo o óleo se deposite sobre a superfície marinha, Fatores como o tempo de exposição e as condições meteorológicas locais irão determinar a intensidade de cada um desses processos que, em seu conjunto, são conhecidos como Intemperismo e que serão abordados neste capítulo.

Os processos mais importantes que ocorrem logo após um acidente de vazamento de óleo no mar são: a expansão, a evaporação, a dissolução a dispersão, a emulsificação, a sedimentação, a biodegradação e a foto-oxidação. Estes processos juntos são responsáveis por mais de 50% da redução da concentração inicial de óleo no mar nas primeiras 24/48 horas do acidente.

O intemperismo do óleo inicia-se imediatamente após o derrame e processa-se a taxas variáveis. A eficiência desse processo depende das condições da água do mar (Ph, temperatura, correntes e salinidade), do clima (umidade e incidência de radiação solar), da presença de bactérias e de materiais particulados suspensos na água, além das propriedades físico-químicas do óleo derramado, como a sua composição química, o seu estado físico, densidade, viscosidade, solubilidade, temperatura entre outros. A taxa desse processo não é constante, sendo mais efetiva, como dito anteriormente, nas primeiras horas do derrame.(CETESB 2007).

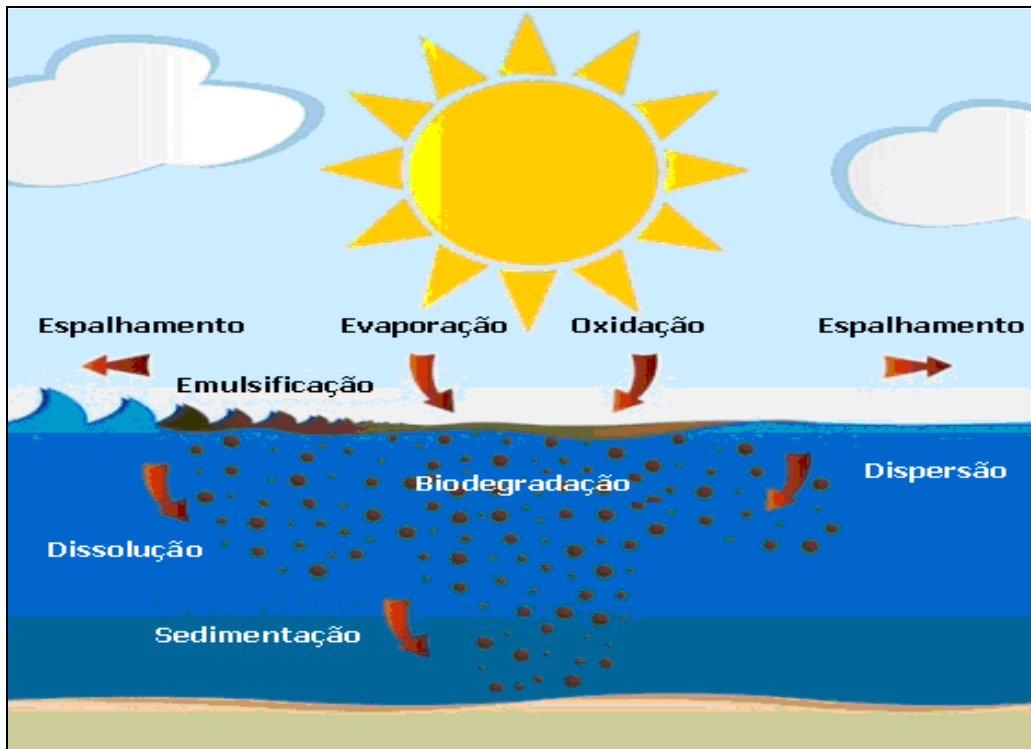


Figura 2: Processos físico-químicos durante um vazamento de óleo (ITOPF, 2011).

As maiorias dos hidrocarbonetos, com exceção de poucos óleos combustíveis apresentam densidade abaixo de 1,000. À medida que a gravidade específica diminui, a sua viscosidade tende a aumentar, a propriedade de adesão diminui e as tendências a emulsificação aumentam.

A persistência dos diversos tipos de hidrocarbonetos associa-se também a diversas propriedades do óleo como a densidade, volatilidade, viscosidade e ao *pour point*. As seções a seguir apresentam as principais etapas de degradação do óleo no mar.

3.1. Expansão

Ocorre logo após a um derramamento de óleo, este começa a se expandir, estendendo-se rapidamente na superfície da água provocado principalmente pela diferença entre a tensão superficial da água e do óleo. Esse movimento horizontal na superfície da água é devido a vários fatores como: volatilidade, força gravitacional, viscosidade e tensão superficial do óleo.

Esta expansão faz com que a mancha se expanda, aumentando sua área e diminuindo sua espessura, sendo o processo que mais afeta o comportamento do óleo, já que o mesmo tende a se espalhar como uma mancha única, garantindo assim, maior transferência de massa por evaporação e dissolução (ARROIO, 2006).

3.2. Evaporação

Consiste no processo de perda para atmosfera dos compostos voláteis, ou seja, os hidrocarbonetos que apresentam baixo ponto de ebulição. Neste processo observa-se grande transferência de massa para a atmosfera, durante as primeiras 24 horas após o derrame.

Primeiro ocorre à evaporação das porções mais leves e voláteis do óleo. Os compostos de maior peso molecular permanecem na mancha e continuam a sofrer intemperismo. Dependendo da composição do produto, a evaporação pode ser responsável pela redução de grande parte do volume da mancha. Óleos refinados como gasolina e querosene podem evaporar completamente em poucas horas, dispensando assim, procedimentos de limpeza e recolhimento do óleo (ITOPF, 2010).

A evaporação depende de vários fatores, entre eles a combinação e as propriedades do óleo, a área da mancha, a velocidade do vento, o estado do mar, as temperaturas do ar e da água e a intensidade da radiação solar, promovendo alterações na composição química do produto. Como consequência desse processo, o volume de óleo diminui e a sua toxicidade é reduzida, em contrapartida, sua densidade específica e viscosidade aumentam.

Estudos demonstram que até 50% do óleo cru (leve) pode ser evaporado entre as 24 e 48 horas após o derrame. Combustível pesado e óleo cru pesado evaporam apenas 10%. Óleo diesel cerca de 80% e a gasolina, querosene e a nafta podem evaporar entre 95 a 100% nesse mesmo período. A porcentagem típica para óleos crus leves é de 25 a 30 % de volume/peso em 8 a 10 horas.

Dependendo do tipo de óleo, a evaporação varia entre 25 a 30% do seu volume total. A gasolina, a uma temperatura de 20°C evapora 50% em somente 10 minutos. Isso nos indica que nas 2 a 3 horas posteriores a um derrame, deve-se dedicar especial atenção às fontes de ignição, já que o perigo de incêndio é grande. Porém, no segundo dia, é remota a possibilidade de um incêndio, já que os componentes de baixo ponto de fulgor se volatilizam. Os compostos aromáticos mais tóxicos como o benzeno, estão entre os que evaporam quase que completamente no primeiro dia.

Tabela 3: Evaporação de alguns hidrocarbonetos em horas a temperatura ambiente de 15°C.

Tipos de óleo	Percentual evaporado em 48 horas
Gasolina	100
Óleo Diesel	80
Cru leve	40
Cru pesado	20
Bunker C	5-10

3.3. Dissolução

Ocorre logo após o derrame, quando o óleo vai sofrendo foto-oxidação e biodegradação, e compostos mais solúveis vão sendo gerados (CARDOSO, 2007). Consiste na transferência dos compostos do produto derramado para a coluna d'água. Os hidrocarbonetos solúveis se fragmentam em partículas pequeníssimas, misturando-se com a água e originando uma massa líquida homogênea entre ambos.

A taxa de dissolução do óleo depende de fatores como sua composição, do espalhamento da mancha, turbulência da água e sua temperatura. Mesmo com a taxa de solubilidade baixa na água, alguns hidrocarbonetos, componentes do petróleo, principalmente os aromáticos leves de baixa ebulição, são solúveis o suficiente para penetrar no mar rapidamente após um derrame. Quanto mais leve o composto, maior o grau de dissolução na água.

A dissolução e a evaporação são dois processos competitivos. Para manchas superficiais, uma vez que as pressões parciais tendem a exceder as solubilidades dos compostos de menor peso molecular, verifica-se uma predominância de massa evaporada relativamente à dissolução.

3.4. Dispersão

A dispersão é o processo de intemperismo que realiza a quebra da mancha de óleo em pequenas gotículas suspensas na coluna d'água, facilitando o processo de biodegradação e acarretando no processo de sedimentação.

As ondas e a turbulência marinha ajudam neste processo de dispersão do óleo. A viscosidade e a tensão superficial também influenciam, pois quanto mais viscoso e maior a tensão superficial do produto, menor a dispersão.

A densidade também é um fator que afeta a dispersão natural do óleo. Nesse processo quanto maior a densidade do óleo menor será a diferença de densidade entre o óleo e a água e, conseqüentemente, as partículas se formarão com maior facilidade.

Quanto mais dispersas, as pequenas gotículas de óleo serão facilmente biodegradadas por microorganismos. Elas perdem seus componentes voláteis solúveis mais tóxicos mais rápido do que manchas contínuas maiores de óleo e são rapidamente dissipadas pela ação diluidora do mar.

A dispersão tem papel primordial na redução de riscos para áreas costeiras, pois a rápida dissolução do óleo dispersado, evita e reduz ainda a probabilidade deste óleo chegar às praias e costões rochosos, minimizando e reduzindo sua toxicidade à vida marinha diminuindo a contaminação a pássaros marinhos.

3.5. Emulsificação

Consiste na incorporação de água ao óleo, formando uma emulsão água/óleo, conhecida como *mousse*, que é relativamente resistente a outros processos de intemperização, aumentando de duas a três vezes o volume total de óleo remanescente no ambiente.

São muito estáveis e resistentes a alterações físico-químicas. Grande parte da emulsão é formada ainda durante há primeira semana após a perda dos componentes leves, devido principalmente aos processos de evaporação e dissolução. Após a emulsificação, os hidrocarbonetos aceleram outros processos de transformação como a dissolução, a oxidação e a biodegradação.

A emulsificação do óleo é o resultado da dispersão de gotas de água no meio oleoso (aproximadamente 80%). Como conseqüência, ocorre o aumento da viscosidade, aumento do volume (em até 4 vezes), da densidade da água, e da coloração, tornando os processos de limpeza mais difíceis. Mares revoltos podem provocar em duas horas a entrada de cerca de 70% de água na mancha e em condições de águas calmas, cerca de 50% em 10 horas. Essas emulsões transformam a característica original do óleo, pois a viscosidade aumenta, dificultando o tratamento e a disposição do óleo.

3.6. Sedimentação

A sedimentação é o processo onde partículas do óleo flutuante alcançam o assoalho marinho. Esse processo ocorre quando as partículas de óleo, que são menos densas do que a água do mar, venham a incorporar material particulado presente na coluna d'água. Essas partículas se tornam mais densas que a água do mar, afundando. Devido aos baixos níveis de material particulado em mar aberto, a sedimentação quase não ocorre.

Este processo torna-se mais importante em áreas próximas ao litoral, onde as cargas de sedimento suspenso podem ser encontradas em correntes de marés e estuários. Esse material é formado, principalmente, pelo material em suspensão (sedimento ou matéria orgânica) provenientes das descargas industriais e humanas, lançadas no ambiente marinho.

Poucos óleos são suficientemente densos para afundar. Ocorre normalmente com os componentes pesados que não se dissolvem na água. Quanto maior a densidade específica, menos partículas em suspensão são necessárias para que o óleo se sedimente.

É um processo importante em áreas costeiras com alto hidrodinamismo, representando sérios danos à costa, principalmente às praias.

3.7. Biodegradação

Esse processo ocorre naturalmente no ambiente, através da presença de microorganismos como bactérias, fungos, algas, levedos, nutrientes (nitrogênio e fósforo) e pela disponibilidade de oxigênio no ambiente. Em águas costeiras, onde há maior quantidade de águas contaminadas com descargas de esgotos não tratados, por exemplo, a biodegradação se dá de forma mais rápida, pois contêm mais desses nutrientes.

3.8. Foto-Oxidação

Os óleos reagem quimicamente com o oxigênio quebrando suas moléculas em produtos solúveis ou formando um composto persistente, também conhecido como piche. Este processo é promovido pela luz solar e depende do tipo de óleo e da forma de exposição ao sol, entretanto, este processo é muito lento e mesmo exposto a luz solar intensa, apenas 0.1% das películas finas do óleo se quebra por dia. A formação dos piches é causada pela oxidação de camadas grossas de óleos ou de emulsões de elevada

viscosidade. Estes resíduos de piche freqüentemente são encontrados nas praias e têm uma crosta sólida e um interior mais macio, podendo ser considerado como um exemplo típico deste processo.

3.9. Densidade

A densidade, apesar de não ser um processo propriamente dito, é uma propriedade de grande relevância para ocorrência dos processos de intemperismo acima citados. É definida como a massa por unidade de volume de uma substância. É freqüentemente apresentada para os óleos em g/ml ou g/cm³, ou ainda em kg/m³. O óleo flutuará na água caso a sua densidade seja inferior à densidade da água. Alguns óleos crus e óleos combustíveis residuais podem apresentar densidades superiores a 1,0 mg/l, e o seu comportamento dependerá da salinidade e temperatura da água.

A temperatura do óleo irá influenciar a sua densidade. Se o óleo é derramado numa água com temperatura inferior a do óleo, a sua densidade irá aumentar à medida que a sua temperatura vai reduzindo até a temperatura da água. Após o processo de evaporação das frações voláteis a densidade de alguns óleos pode aumentar tornando-os mais pesados o que provocará seu afundamento, impactando o assoalho marinho.

Tabela 4: dos óleos com base na gravidade de API.(NOAA).

GRUPO	° API (60° F)
I	> 45,0
II	35,0 – 45,0
III	17,5 – 35,0
IV	17,5 – 10,0

Segundo ITOPF (2010), os óleos com maior grau API tenderão a ser menos persistentes no meio. Para realizar cálculos empíricos aproximados de sua persistência os diversos tipos de óleos são classificados em quatro grupos de acordo a sua densidade específica. Ao grupo I, consistem os óleos com gravidade específica menor a 0,8 (API > 45); ao grupo II pertencem os óleos com gravidade específica entre 0,8 e 0,85 (API 35-45); ao grupo III pertencem os óleos com gravidade específica entre 0,85-0,95 (API 17,5-35); e no grupo IV têm-se os óleos com gravidade específica maior a 0,95 (API < 17,5).

No grupo I os óleos não-persistentes tendem a se dissipar completamente através da evaporação dentro de poucas horas e normalmente não formam emulsões. No grupo II e III, os óleos podem perder até 40% em volume através da evaporação, mas devido à sua tendência de formar emulsões viscosas, existe um volume inicial aumentado, assim como a redução da dispersão natural, especialmente no caso do grupo III. No grupo IV os óleos são muito persistentes, devido à sua falta de materiais voláteis e a alta viscosidade, o que exclui tanto evaporação quanto a dispersão.

3.10. Viscosidade

Viscosidade é a resistência que um líquido oferece à sua transferência. Varia de acordo com a quantidade de frações leves de hidrocarbonetos presentes no óleo e da temperatura ambiente. Portanto, para óleos intemperizados, a viscosidade aumenta em função da perda de frações leves.

A viscosidade é a medida de resistência do fluido ao movimento; quanto menor a viscosidade, mais fácil o produto flui. Tal como a densidade, a viscosidade é influenciada pela temperatura e pelo envelhecimento do óleo, diminuindo com o aumento da temperatura e aumentando com o envelhecimento do óleo. Esta propriedade influencia o grau de espalhamento e a seleção de equipamentos mecânicos para aspiração do produto.

Alguns óleos crus e derivados são extremamente viscosos, tornando-se sólidos ou semi-sólidos à temperatura ambiente após um período curto de exposição, tornando-se produto não-bombeável para os equipamentos recolhedores, e nesse caso representam sério problema para a sua remoção, tratamento e disposição.

O reconhecimento dos processos de intemperismo do óleo no mar é de fundamental importância para as tomadas de decisão, favorecendo dessa forma a elaboração de planos de emergências locais ou regionais. Assim sendo, medidas de prevenção e controle poderão indicar o melhor e mais eficaz método de combate a poluição que deverá ser adotado para uma maior eficiência de resposta.

Assim como a densidade, a viscosidade é uma propriedade de grande influência nos processos citados neste capítulo.

No Capítulo 3 foi apresentada uma pesquisa bibliográfica sobre os principais processos físico-químicos e biológicos, sofridos por uma mancha de óleo no mar,

abordando o tempo de exposição e as condições meteorológicas locais que determinam a intensidade de cada um desses processos.

O Capítulo 4 irá detalhar as principais técnicas e estratégias de resposta que devem ser utilizadas em um combate a derramamento de óleo, abordando a estruturação de diversos níveis de planos de contingência, a utilização de barreiras de contenção, suas técnicas de formação e os principais tipos de recolhedores de óleo, finalizando com um estudo comparativo entre as diferentes estratégias utilizadas e a quantidade de resíduos gerados por cada um desses métodos.

CAPÍTULO 4. ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS DE RESPOSTA

Apesar da publicidade dada a todo acidente que ocorre com um navio petroleiro, plataformas marítimas e oleodutos, as fontes vindas de indústrias baseadas no continente são as que mais contribuem para a poluição de óleo no mar - indústrias, esgoto, turismo e vazamento em rios, portos, baías e mar aberto.

Milhares de toneladas por ano do total anual de poluição de óleo no mar são provenientes de atividades em terra. Uma pequena parte dela é decorrente das operações e acidentes com navios petroleiros, quantidade esta que vem diminuindo drasticamente nas últimas décadas e que a Indústria Naval continua se esforçando para minorar ainda mais.

Erro humano, fenômenos da natureza e descumprimento das normas de segurança são alguns dos fatores que resultam no vazamento de petróleo e seus derivados no mar.

Levando em consideração a quantidade de óleo que entra nos mares, a contribuição é relativamente pequena, porém, para o local atingido, pode ser desastrosa. Noventa e dois por cento dos acidentes com navios petroleiros ocorrem durante as operações de carga e descarga.

Segundo dados de 2011 da *International Tankers Owners Pollution Federation* (ITOPF), organização que fornece assistência aos armadores de navios petroleiros em casos de derrame, o número de grandes vazamentos (maiores que 700 toneladas) tem diminuído nos últimos 40 anos, e a maioria dos vazamentos ocorridos nestes últimos anos foram de médio porte (entre 7 e 700 toneladas) ou pequeno porte (menores que 7 toneladas). Nos últimos 40 anos, parte dos vazamentos de grandes proporções causou pequenos danos ao meio ambiente, uma vez que o óleo não atingiu a linha de costa.

Após o vazamento do óleo no mar, todas as possibilidades de recolhê-lo e impedir que alcance a costa e áreas sensíveis serão postas em prática com veemência por uma equipe responsável. Escolher a técnica mais apropriada para a limpeza de um derrame de óleo é crucial e dependerá da circunstância exata do acidente, das condições de tempo e do mar.

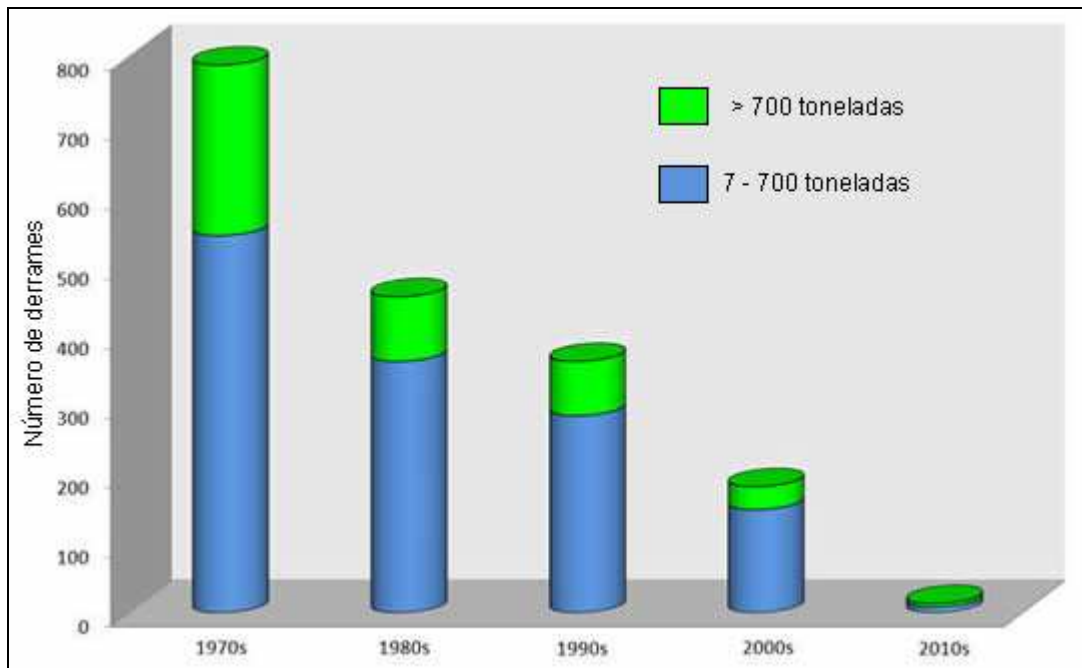


Figura 3: Número de acidentes médios (7-700 ton.) e grandes (>700 ton.) ocorridos a partir de 1970 a 2011.

4.1. Plano de contingência

Há uma afirmativa que diz: “Aqueles que criam o risco precisam saber gerenciá-lo. Outras partes da indústria chamam esse processo de Avaliação de Risco, concentrando-se, especialmente, em evitar os perigos diretos às pessoas”.

Mesmo com as indústrias de Petróleo e de navegação empenhando todos os esforços para evitar um derramamento de óleo, durante a análise de risco do empreendimento, existe uma situação em que deve-se assumir um acidente de grandes proporções e planejar o que fazer nesta situação. Para isso deve ser elaborado um plano de Contingência, que deve ser desenvolvido e integrado de acordo com o conceito de níveis de resposta, que podem ser:

- Cobrindo desde pequenos acidentes (nível 1);
- Cobrindo acidentes que envolvam uma região (nível 2);
- Cobrindo acidentes que venham a necessitar de toda uma estrutura de resposta a nível nacional, podendo algumas vezes também necessitar de uma cooperação internacional (nível 3).

É fundamental um bom entrosamento entre todos os envolvidos na operação de resposta, com uma boa atividade de treinamento e exercícios.

Para um acidente de nível 3, o Plano Nacional de Contingência, que atualmente se encontra em fase final de aprovação junto às autoridades brasileiras, deve ser integrado com os Planos Regionais e também com as mais diversas empresas e organizações de resposta a nível mundial.

Um plano bem elaborado é a chave para o sucesso de uma operação de resposta a acidentes, principalmente as emergências de derrame por óleo. Isso porque muitas pessoas e organizações são afetadas. Um acidente envolve: limpeza, salvamento, transbordo, disposição final, etc. Contudo, acidentes afetam principalmente o meio ambiente e, em conseqüência, a pesca, a indústria, a recreação, o turismo, assim como também algumas questões de saúde pública e segurança. Os acidentes envolvendo derramamento de óleo, como o que foi verificado recentemente no Campo de Frade, cria um inevitável conflito de interesses, envolvendo os mais diferentes segmentos da sociedade, universidades, órgãos ambientais, governamentais, de segurança e principalmente a mídia.

Quando há treinamento e preparo para estas emergências o impacto pode ser resolvido com mais facilidade e para isso é fundamental um bom plano de contingência, elaborado e estruturado de forma a atender duas partes bem distintas e fundamentais para o sucesso da operação:

- A primeira parte, contendo a política documentada do plano, definindo responsabilidades, o responsável pela formulação e execução do plano, assim como as funções de cada um bem definida;
- A segunda parte é o plano operacional que descreve e recomenda os procedimentos a serem utilizados, incluindo as informações essenciais, assim como os equipamentos e recursos disponíveis.

Tabela 5: Sistema de informações de um plano de contingência

SISTEMA DE INFORMAÇÕES	
NOTIFICAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Data e hora da observação; • Posição (latitude, longitude, ponto geográfico); • Fonte e causa da poluição (nome e tipo do navio, colisão, encalhe) quantidade estimada vazada, possibilidade de futuros vazamentos. • Descrição da mancha de óleo informando a direção, comprimento, largura e aparência; • Tipo de óleo vazado e suas características; • Tempo e as condições de mar; • Nome e ocupação de quem informou e como pode ser feito um novo contato.
AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar o tipo de óleo e as suas principais características; • Determinar a direção que a mancha vai percorrer em intervalos regulares, utilizando as informações de correntes, maré e vento; • Utilizar aeronaves para obtenção de maiores detalhes; • Identificar recursos ameaçados; • Informar às partes que possam vir a ser afetadas pelo vazamento.
DECISÕES DE RESPOSTA	<ul style="list-style-type: none"> • O plano deve prover várias opções de resposta a serem consideradas: • Se não há recurso sendo ameaçado, nenhuma resposta será necessária, além do acompanhamento do movimento da mancha • Se recursos estão sendo ameaçados avalie a melhor maneira de proteção, combatendo o óleo com barreiras de contenção, dispersantes, ou outras medidas para proteger o local. • Se nenhuma proteção é viável ou se os recursos já

Tabela 5: Sistema de informações de um plano de contingência

SISTEMA DE INFORMAÇÕES	
	<p>foram afetados, decida pelas prioridades de limpeza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecione o equipamento necessário e a força de trabalho.
MOBILIZAÇÃO	<p>Deve haver procedimentos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalação de equipamentos no mar e em terra de acordo com a decisão de resposta assim como a colocação de barreiras em locais pré determinados para proteger áreas sensíveis. • Possuir uma logística bem organizada. • Utilizar aeronaves para controle da operação de limpeza e vigilância geral do vazamento.
COMUNICAÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar que todos os envolvidos tenham equipamentos de comunicação e estejam familiarizados com os procedimentos para o seu uso. Para permitir uma rápida transferência de informações e instruções entre aviões, embarcações, veículos, equipes de terra e o comando da operação.
TÉRMINO DA OPERAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • A operação deve ser terminada, quando se tornar ineficaz ou quando o nível desejável de limpeza tenha sido alcançado. É difícil precisar este estágio no plano de contingência. • Preparação do relatório da operação para possíveis reclamações e multas. • Revisão do plano após a operação.
RECLAMAÇÕES E SEGURO	<ul style="list-style-type: none"> • P & I clubes; • Fundos adicionais.

Um plano bem preparado e avaliado, deve ter as seguintes premissas bem fundamentadas:

- Uma avaliação realística da natureza e tamanho da possível ameaça e das fontes que estão sob maior risco, tendo em mente o provável movimento de qualquer mancha de óleo
- Prioridades de proteção devem estar de acordo, levando-se em consideração a viabilidade de várias opções de proteção e limpeza total.
- As estratégias de proteção e limpeza de várias áreas devem estar de acordo e claramente explicadas.
- Delinear claramente a organização e as responsabilidades necessárias de todos aqueles envolvidos - Todos aqueles que têm uma tarefa a executar devem estar informados sobre o que é esperado deles.
- Os níveis de equipamentos, materiais e força humana devem ser suficientes para lidar com o tamanho estimado da mancha de óleo e caso contrário, deverá ter em *stand-by* uma reserva de recursos bem identificados e, quando necessário, mecanismos para a obtenção de sua liberação e entrada no país estabelecido
- Identificar lugares temporários e rotas para o descarte final do óleo recolhido.
- Os procedimentos de alerta e avaliação inicial devem ser claramente explicados, tão bem quanto os planos para a revisão contínua do progresso e eficácia das operações de limpeza
- Os planos para assegurar a efetiva comunicação entre a costa, o mar e o ar devem estar descritos e conhecido por todos os envolvidos.
- Todos os aspectos do plano devem ser testados.
- O plano deve ser compatível com os planos das áreas adjacentes.

Diversas técnicas são utilizadas quando ocorre um vazamento de hidrocarbonetos no meio líquido, dependendo das condições locais do ambiente, o produto e as condições climáticas. Uma ou mais podem e são utilizadas simultaneamente como será comentado a seguir. Vale lembrar que de acordo com a legislação ambiental do país, técnicas como a utilização de dispersantes e queima *in*

situ, são frequentemente utilizadas, porém esta técnica será tratada mais adiante em um capítulo específico.

4.2. Monitorar e avaliar

Uma das principais estratégias de resposta consiste em monitorar o movimento do óleo e avaliar questões de segurança, degradação ambiental, além da preparação para a resposta e tomada de ação apropriada.

Quando um vazamento ocorre longe da linha da costa, a melhor solução neste caso pode ser de monitorar o movimento do óleo e assegurar que ele não virá a ameaçar outros recursos mais sensíveis. O petróleo é um produto natural e, dado aos processos explicados no capítulo anterior, o tempo fará com que ele venha a se biodegradar, isto também influenciado principalmente por fatores como a temperatura local, o tipo de óleo e as condições meteorológicas que influenciarão de modo determinante a velocidade desta decomposição.

Tudo deve ser feito para evitar que uma mancha de óleo venha tocar na costa, atingindo praias, costões rochosos e o mais frágil de todos os ecossistemas, que seria o manguezal, responsável pela transição entre ambientes aquáticos e terrestre, característico das regiões tropicais e subtropicais.

Caso isso venha a ocorrer, e não exista uma ação imediata ou mesmo posterior de limpeza, a natureza pode vir até a minimizar este acidente executando uma limpeza natural da costa, que irá consistir na remoção do óleo através do movimento das ondas, correntes, variação de marés, ventos, chuvas e os processos de intemperismo sofridos pelo óleo já explicados anteriormente.

A eficiência de esse processo natural irá depender fundamentalmente das propriedades físico-químicas do óleo e das condições ambientais. Fatores como quantidade, localização, tipo de óleo irão exercer um papel fundamental em uma maior severidade ou não do acidente.

Outra situação, é quando as condições são muito adversas e torna-se quase impossível qualquer tipo de ação, podendo ser devido a grandes distâncias da costa ou até mesmo a enorme magnitude do sinistro.



Figura 4: Casos em que as ações são de monitoramento e avaliação.

Até hoje é muito difícil precisar números exatos referente à quantidade de óleo vazado para corpos hídricos, apesar da grande variedade tecnológica como satélites, softwares e imagens tridimensionais. Uma vez que haja vazamento de óleo no mar ele se espalha rapidamente, parte se evapora e a mancha se distribui de várias formas, desde finíssimas camadas a camadas mais espessas, o que faz com que seja muito difícil precisar estes números, fazendo com que o cálculo seja na maioria das vezes muito subjetivo.

4.3. Contenção e recuperação

Quando ocorre um vazamento de óleo, as medidas de controle devem ser tomadas de forma rápida e eficaz de modo que o óleo não se espalhe rapidamente, e venha a atingir proporções que dificulte a sua contenção e fazendo com que ele tome grandes proporções num curto período de tempo, e contaminando uma área maior e tornando as medidas de limpeza e recuperação mais difíceis. Para isso, é fundamental uma rápida mobilização com barreiras adequadas às condições daquele ambiente, prevenindo o espalhamento da mancha.



Figura 5: Contenção e recuperação de óleo – Stavanger - Noruega 2005.

4.4. Barreiras de Contenção

As barreiras de contenção são utilizadas para conter e concentrar o óleo flutuante para posterior recuperação do óleo, são utilizadas também para a proteção de áreas sensíveis, evitando que a mancha de óleo venha atingir praias, rochões e manguezais. São vistas como a solução ideal, desde que, efetivamente, seja removido o óleo do ambiente marinho. As barreiras de contenção são o meio mais eficiente e eficaz utilizado na contenção de óleo derramado em corpos hídricos, evitando o seu espalhamento.

Barreiras de contenção também são utilizadas de forma estratégica na proteção de locais onde exista captação de água, entrada de rios e canais para proteger a entrada para as águas interiores e lagoas costeiras, embora sua principal função seja a de proteger recursos costeiros que são mais vulneráveis e sensíveis à poluição por óleo.

Em caso de acidentes em rios, as barreiras de contenção são utilizadas para desviar o óleo para um determinado ponto, conhecido como “zona de sacrifício”. Para isso são formadas reflexões e com essas aplicações é possível recolher o óleo num ponto adequado de coleta na praia ou na margem do rio. Posteriormente, o óleo será recolhido por equipamentos recolhedores, caminhões a vácuo, ou mesmo absorventes sintéticos e naturais.

A maioria das barreiras são assim estruturadas:

- Sistema de flutuação: destinado a manter a barreira flutuando.
- Borda livre: para evitar que o óleo transborde a barreira e permita que ele se espalhe. O sistema de flutuação e a borda livre, muitas vezes, são combinados.
- Saia: para evitar livre passagem do óleo sob a barreira.
- Lastro: para assegurar que a barreira permaneça na posição vertical para contenção do óleo.
- Pontos de ancoragem: para permitir a ancoragem das barreiras.
- Âncoras: para manter as barreiras em posição.
- Conectores: para unir as seções da barreira.
- Elemento tensor: Para suportar a carga criada por correntes, vento, reboque e posicionamento.(AlpinaBriggs 2010).

Existe uma grande variedade de barreiras de contenção, quer pelo seu tamanho, forma, aplicação e o local onde ela será utilizada. Algumas são leves e compactas, de fácil manuseio para utilização em águas paradas; outras são pesadas e robustas, capazes de suportar fortes correntes e grandes ondas, como as utilizadas no mar do norte e até mesmo aqui na Bacia de Campos, onde o somatório da borda livre e da saia chega a mais de 4,0 metros.

Durante a preparação do Plano de Emergência a seleção das barreiras a serem utilizadas deverá ser levada em consideração, assim como às circunstâncias nas quais as barreiras irão operar, tais como: as condições do tempo, altura das ondas e a velocidade da correnteza.

A melhor forma de utilização de uma barreira é inicialmente observar a disposição que ela fará para melhor conter o óleo. Essas formas se dão em configurações particulares, isto é, no formato das letras J, U ou V, em uma posição na qual se saiba onde o óleo está flutuando, e pela operação de uma embarcação em cada ponta. Contudo, esse sistema só pode ser posto em prática onde haja uma faixa adequada de água navegável.

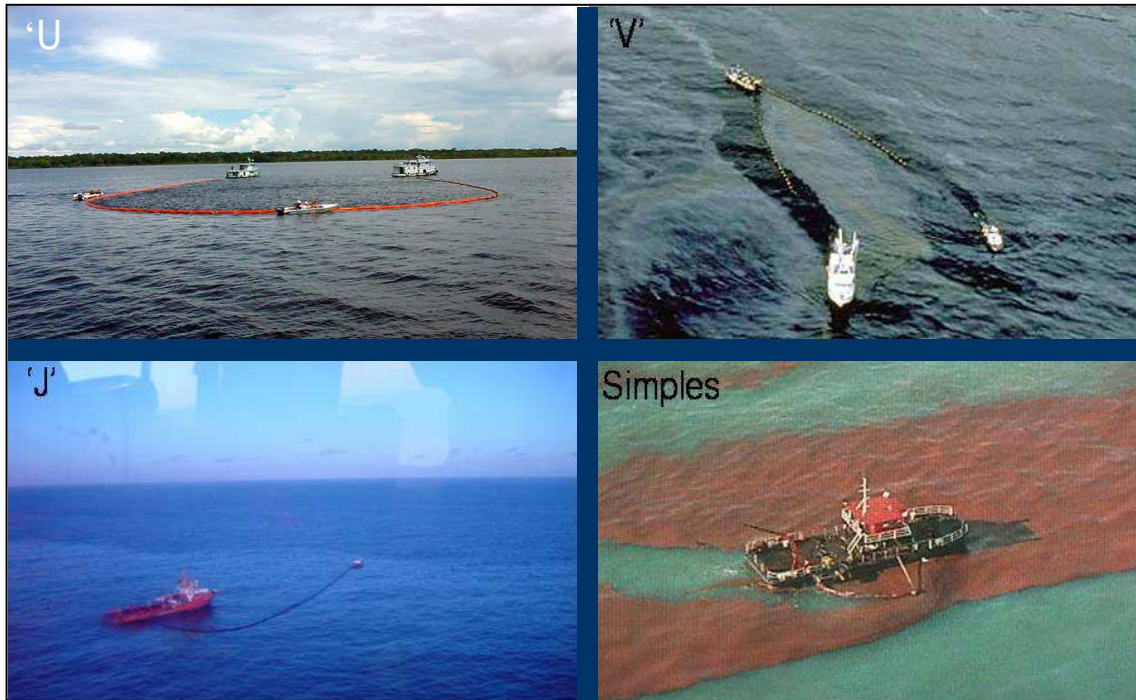


Figura 6: Configurações de formações de barreiras de contenção de óleo.

Para minimizar a perda de óleo, é necessário dar ângulo à barreira em uma extensão que reduza a corrente perpendicular à barreira até abaixo do valor crítico. Se a velocidade da corrente perpendicular à barreira for maior do que 0,7 Nós (0,36m/s), o óleo será perdido sob a barreira. Isso significa que não é possível barrar um curso de água diretamente de uma margem à outra se a corrente em qualquer ponto for maior que esta velocidade.

Se a velocidade da corrente for de 4 Nós (2,06 m/s) ou mais, o comprimento da barreira requerido torna-se tão longo e não manuseável que a instalação da barreira não é recomendada. É importante notar que em mar aberto, onde embarcações podem mover-se de acordo com a corrente e assim reduzir a velocidade relativa entre a barreira e a água, esse problema não é agudo se o movimento relativo entre a barreira e a água for mantido abaixo de 0,7 Nós.

4.5. Recolhedores de óleo (Skimmers)

São equipamentos utilizados para recolher o óleo na superfície da água. Sua eficiência vai depender de parâmetros como a espessura e a viscosidade do óleo, seu grau de emulsificação, o estado do mar, a sucção do aparelho e a capacidade de armazenamento do equipamento. Eles variam em tamanho e princípios operacionais.

Os recolhedores, de uma forma geral, irão recolher uma mistura de água e óleo. Hoje em dia, com o investimento maciço que as empresas realizam cada vez mais estes equipamentos recolhem uma quantidade maior de óleo, sendo necessário depois, que essa mistura seja decantada em um tanque passe por um separador de óleo e água, pois, nenhum recolhedor é 100% eficaz.

A melhor aplicação de um recolhedor é em águas protegidas. Alguns podem ser usados em mar aberto, porém, é geralmente considerado que quando as ondas forem mais altas que dois metros (6 pés), a eficiência será muito baixa. Os recolhedores deverão ser usados em conjunto com as barreiras de contenção para maximizar a eficiência de recolhimento, porque as barreiras tendem a concentrar e aumentar a espessura da mancha de óleo.

São quatro os principais tipos de recolhedores utilizados mundialmente:

- **Recolhedores tipo vertedouros**

Seu funcionamento se dá através da ação da gravidade. Este equipamento é colocado na interface do óleo com a água e com isso o óleo escorre em um vertedouro, minimizando o escoamento da água junto com o óleo. É simples de operar e recolhe todos os tipos de óleo e emulsões. Contudo, a presença de lixo pode vir a reduzir a eficiência e eficácia deste equipamento, contudo, a sua capacidade de recolhimento é aumentada quando utilizado em águas calmas.

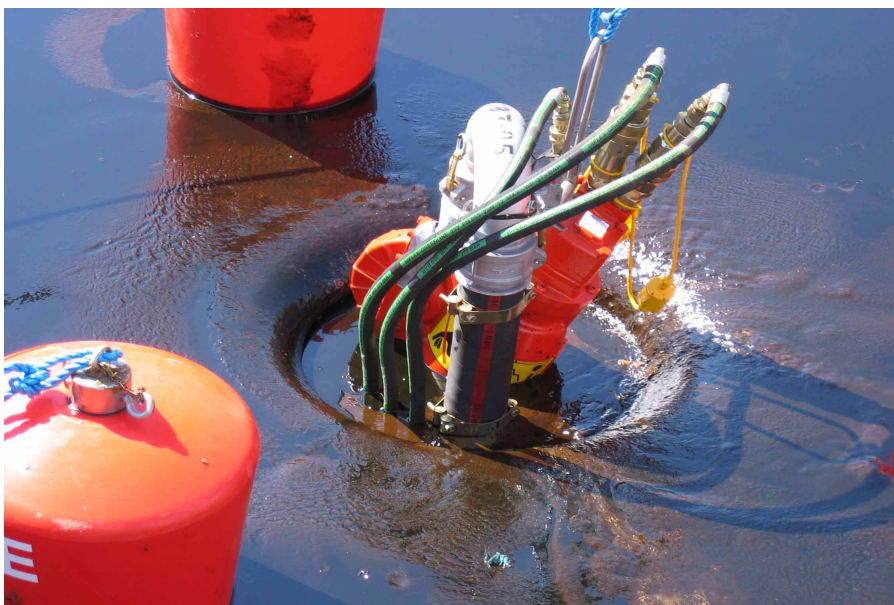


Figura 7: Recolhedor de óleo do tipo vertedouro.

- **Recolhedores oleofílicos**

Seu processo se dá pela aderência do óleo numa superfície oleofílica, que pode ser um disco, corda ou um tambor em movimento circular, onde e o óleo retido é posteriormente raspado ou espremido da superfície para dentro de uma área coletora. Recolhedores que utilizam propriedades oleofílicas muitas vezes alcançam uma porcentagem maior de óleo recolhido em relação à água. Funcionam melhor com óleos de viscosidade média.

Óleos de baixa viscosidade, como diesel ou querosene, não chegam a formar uma camada superficial com espessura suficiente para uma boa recuperação, ao contrário de óleos de alta viscosidade, como óleo pesado, são excessivamente adesivos e difíceis de remover, e emulsões viscosas de água em óleo podem não aderir. A vantagem é que recolhe pouca água, podendo ser utilizado também para recolher manchas dispersas.(Alpina Briggs 2011).

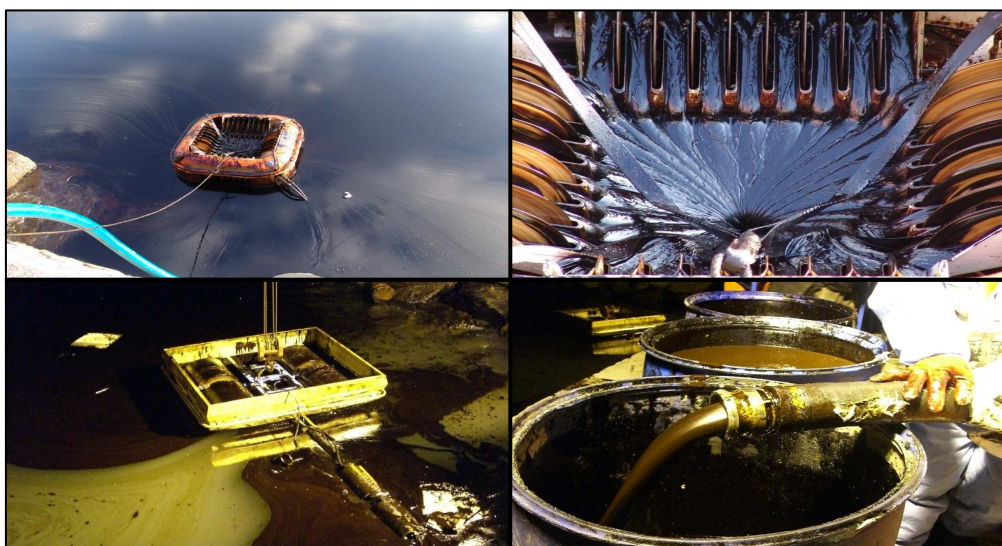


Figura 8: Recolhedor de óleo do tipo oleofílico em forma de tambor e disco.

- **Recolhedores a vácuo**

Através da sucção, utilizam bombas a vácuo que aspiram o óleo da superfície da água diretamente para um local de armazenagem, seja diretamente para uma embarcação, um caminhão ou um tanque inflável de armazenamento temporário. Possuem a vantagem de recolher todo o tipo de óleo, deve ser evitado o recolhimento de óleos voláteis com baixo ponto de fulgor, por motivos de segurança, devido ao risco de explosão causado pela ação do vácuo puxando vapores leves.



Figura 9: Recolhedor de óleo do tipo vácuo – Heibei Spirit – Coreia do Sul 2007.

- **Recolhedores mecânicos**

Dependem de uma ação física para recolher o óleo para dentro de um determinado compartimento. Estes incluem cintas com palhetas ou discos de metal. Não são recomendados para recolher óleos do tipo leve, sendo utilizados principalmente para óleos mais pesados.

Apesar de não ser uma técnica de recuperação de óleo em si, produtos químicos foram desenvolvidos para converter o óleo líquido em borras sólidas, facilitando a sua recuperação através de meios manuais ou redes. Por ser uma técnica de alto custo e apresentar dificuldades em atingir a quantidade certa nos ambientes naturais, é pouco empregada.

Uma vez que esse óleo recolhido, detritos, e algum material supostamente contaminado, estes devem ser devidamente eliminados, ou tratados, sendo necessário que sejam transportados para os locais de armazenamento temporário. Caminhões-cisterna podem ser utilizados para efetuar transferências regulares para um tanque, onde o material recuperado pode ser tratado antes do transporte para a eliminação final. Os resíduos sólidos são geralmente recuperados manualmente e depositados em sacos plásticos (IPIECA, 2010).



Figura 10: Recolhedores de óleo do tipo mecânico – Egmopol.

4.6. Limpeza de óleo na costa

Quando as ações de resposta no mar não for suficiente para conter, recolher ou eliminar o óleo vazado e uma vez que o óleo atinja a costa e afete recursos, aves e animais, os esforços de resposta deverão focar primeiro as áreas com maior sensibilidade. Um acidente que atinge a costa faz com que a repercussão aumente, assim como a quantidade de resíduo gerada. Dependendo da granulometria da areia da praia, se mais grossa ou mais fina, e também da densidade do óleo, ele irá penetrar mais num solo com areia grossa e menos em uma praia de areia fina, onde a mesma esta mais compactada.

Como exemplo, a tabela a seguir apresenta números aproximados de pessoas envolvidas em diferentes vazamentos em que houve toque de óleo na costa, independente da quantidade vazada:

Tabela 6: Comparativo óleo vazado x pessoal utilizado.

Acidente	Ano	Toneladas	Pessoal
Exxon Valdez	1989	38.000	12.000
Sea Empress	1996	72.000	850
Nadhodka	1996	6.000	202.000

No acidente do Exxon Valdez, no Alasca, e do Nadhodka, no Japão, o óleo atingiu vários quilômetros de praia, com isso foi necessário uma quantidade muito grande de pessoal, enquanto que o acidente do *Sea Empress*, no País de Gales, apesar de ter vazado uma quantidade quase duas vezes superior ao acidente do Exxon Valdez, foi

utilizada a técnica de lançamento de dispersante, o que fez com que o óleo fosse disperso na coluna d'água, evitando que ele chegasse à praia e fosse necessária a utilização de um número tão grande de pessoas envolvidas.

A principal estratégia de resposta está em monitorar o movimento do óleo e avaliar questões de segurança, degradação ambiental, além da preparação para a tomada de ação apropriada.

Quando um vazamento ocorre bem longe da costa, a melhor solução pode ser um acompanhamento/monitoramento do movimento do óleo e assegurar que não possa ameaçar quaisquer recursos, o que poderia ser uma técnica a ser aplicada no último acidente ocorrido no Campo de Frade, por ocasião da operação realizada pela empresa Chevron.

O mecanismo de limpeza natural da costa consiste na remoção natural do óleo através das ondas, correntes, marés, ventos, chuvas e os processos de intemperismo sofridos pelo óleo.

Em trabalhos de limpeza de praia, existe também a necessidade da avaliação não só da segurança como da saúde das pessoas envolvidas, por esta razão é muito importante que os trabalhadores estejam sempre utilizando equipamentos de proteção individual, fazendo uso de protetor solar; este processo deve contar ainda com uma avaliação de saúde constante dos envolvidos, pois, devido o contato diário com hidrocarbonetos e vapores – em casos de grandes acidentes, por prolongados dias de limpeza – uma exposição continuada pode ser prejudicial a saúde do trabalhador e ser mais tarde, passível de indenizações trabalhistas.

A Figura 11 apresenta alguns estágios de remoção de óleo que atinge a linha da costa.

Estágio 1

- Remoção de poluição total e óleo bruto na água



Estágio 2

- Remoção do óleo na praia



Estágio 3

- Polimento final / tratamento estético



Figura 11: Estágios de remoção e limpeza de óleo na linha de costa.



Figura 12: Limpeza na praia de *Mallipo* – Coréia do Sul 2007.

4.7. Bioremediadores

A utilização de biorremediadores é uma técnica que consiste na utilização de microrganismos na remediação de áreas contaminadas, degradando os compostos poluentes locais. Podem ser utilizadas bactérias, fungos ou até mesmo algas para que o ambiente contaminado retorne a sua condição original.

Diferente dos processos de intemperismo, a biorremediação é um procedimento adotado, junto com outras técnicas de controle e remediação, para minimizar os efeitos dos hidrocarbonetos em áreas contaminadas. Este processo consiste em adicionar microorganismos, ou suas enzimas, no local afetado de forma que esses organismos utilizem os compostos de carbono dos hidrocarbonetos como fonte de alimentação, minimizando o dano ambiental de forma natural, promovendo o aumento da população natural e conseqüentemente da atividade metabólica na degradação dos contaminantes.

A biorremediação oferece algumas vantagens sobre outras técnicas de remediação. É ecologicamente correta, pois não altera o equilíbrio dos ecossistemas, visando somente a biodegradação dos compostos poluentes, reduzindo desta forma sua concentração e/ou toxicidade. Como freqüentemente é conduzida no próprio local

contaminado, esta técnica de remediação *in situ*, diminui os custos com transporte e a interferência nas atividades realizadas nas proximidades.

4.8. Absorventes Naturais e Sintéticos

Os absorventes podem ser definidos como qualquer material que recupera óleo, tanto através do processo de absorção propriamente dito, no qual o óleo penetra nos poros do material absorvente, quanto na adsorção, quando o óleo é atraído à superfície do absorvente, aderindo-se e ficando envolvido por ele. Devem ser utilizados nas etapas finais de limpeza do local contaminado como tratamento estético do local atingido por óleo, removendo pequenas quantidades de óleo remanescentes ao longo da linha de praia ou costa.

Os absorventes de óleo devem possuir as seguintes características:

- Elevada capacidade de absorção/adsorção;
- Toxicidade baixo-nula;
- Flutuabilidade;
- Biodegradação;
- Recuperação do óleo e reutilização.

Tabela 7: Comparativo entre absorventes naturais e sintéticos.

NATURAIS	SINTÉTICOS
<p>Variam em composição como turfa, algodão, casca de pinha e palha, ou compostos inorgânicos minerais como cinzas. São geralmente comercializados em lençóis, rolos, barreiras e travesseiros.</p> <p>Absorvem de três a seis vezes mais o seu peso em óleo e são biodegradáveis e não-tóxicos. O problema é que absorvem tanto o óleo como a água, e afundam quando saturados com água.</p>	<p>São de produtos sintéticos comuns, como espuma de polietileno, polipropileno ou poliuretano. Os absorventes sintéticos têm maior eficiência recolhadora do que os naturais. Alguns tipos podem ser espremidos e voltar a ser usados, e são, geralmente, mais fáceis de reutilizar, espalhar e recuperar do que os naturais. Porém, precisam ser completamente removidos do local do derrame por não serem biodegradáveis, tornando difícil a recuperação do local do derrame, caso não sejam recolhidos.</p>

A capacidade de absorção do material aumenta quando a área da superfície também aumenta, ou seja, quanto maior a sua superfície de contato, maior absorção. Da mesma forma, quando a porosidade do material aumenta, aumenta também sua capacidade de absorver através de seus capilares. Porém, absorve mais óleo leve do que pesado porque o óleo leve é profundamente absorvido para o sistema capilar.

4.9. Gerenciamento de resíduos

Conjunto de ações e mecanismos integrados que objetivam acompanhar e promover melhorias em todas as operações e atividades, fomentando a utilização de processos, tecnologias, materiais, produtos ou energia que evitem ou minimizem a geração de resíduos na fonte e reduzam os riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

O gerenciamento de resíduos associados às ações de emergência decorrente das atividades de um vazamento provocado por um navio, plataforma, oleoduto ou FPSO, em situações de emergência e que requeiram tratamento excepcional, o gerenciamento desses resíduos deve sempre ser negociado com os órgãos ambientais competentes, onde serão definidos os locais de armazenamento, podendo ser temporários ou definitivos. Os mecanismos de gerenciamento de resíduos compreendem, entre outros:

- Manutenção do inventário de resíduos;
- Otimização do processo produtivo;
- Identificação das fontes de geração;
- Acompanhamento das etapas de caracterização
- Segregação;
- Armazenamento temporário;
- Transporte
- Tratamento e/ou disposição final dos resíduos.

A tabela a seguir explica melhor os métodos e sua relação com os diferentes tipos de resíduos gerados por ocasião de um vazamento de óleo:

Tabela 8: : Comparativo entre a estratégia e o tipo de resíduo gerado.

Estratégia	Tipo de resíduo
Monitorar e Avaliar	nenhum
Dispersante	nenhum
Proteção da costa	Nenhum
Conter e Recuperar	Óleo e água oleosa (médio)
Limpeza da Costa	Óleo e material da praia (grande)
Incineração	Resíduo incinerado (pequeno)

O Capítulo 4 detalhou as principais técnicas e estratégias de resposta que devem ser utilizadas em um combate a derramamento de óleo, abordando a estruturação de diversos níveis de planos de contingência, a utilização de barreiras de contenção e suas técnicas de formação e os principais tipos de recolhedores de óleo.

No Capítulo 5 serão apresentadas as principais convenções internacionais no tocante a prevenção e combate a poluição por óleo no mar; será mostrado como é disciplinada a notificação de acidentes, como hoje estão estruturados os sistemas regionais e nacionais de resposta, como se dá a viabilização de acordos internacionais de cooperação, e também como são tratadas as questões de responsabilidade civil e compensação de danos causados por poluição.

CAPÍTULO 5. CONVENÇÕES INTERNACIONAIS

Durante os últimos 40 anos, a poluição dos oceanos tornou-se uma questão crescente de preocupação internacional. No entanto, a maior parte dela tem origem em terra, através dos subprodutos da indústria, águas contaminadas com pesticidas, herbicidas agrícolas e principalmente os efluentes urbanos. Uma parte tem origem nas atividades marítimas nas atividades de exploração, produção e transporte, em geral em toneladas, tendo como principal agente o óleo.



Figura 13: Encalhe do Navio *Sea Empress* em 1996 - *Milford Haven* - *UK*.

Geralmente os casos mais repercutidos de poluição por óleo no mar são aqueles que envolvem navios petroleiros, plataformas marítimas, terminais de carga e descarga e oleodutos. Levando em consideração a quantidade de óleo que entra nos mares, a contribuição é relativamente pequena, porém, para o local atingido pode ser desastrosa. Diversos produtos químicos transportados por navios são muito mais danosos ao meio ambiente, embora o público em geral concentre-se nos problemas associados à poluição por óleo.

O lixo e o esgoto dos navios e plataformas no passado sempre foram lançados ao mar. No passado isso não era de fato um problema, principalmente quando comparados às quantidades de terra. Hoje em dia, poluição do ar passou também a ser um anexo da

convenção MARPOL e o transporte de água de lastro, que também seria mais um anexo da MARPOL, devido a sua importância, foi transformado em uma Convenção Internacional específica.

O vazamento do Navio Petroleiro Exxon Valdez foi um dos mais importantes acidentes já ocorridos na indústria do Petróleo. O navio saía do porto de Valdez, o principal porto de escoamento da Estado do Alasca e que abastece boa parte da costa oeste americana, quando por uma falha de navegação o navio encalhou rompendo 8 de seus 11 tanques de carga. O local do acidente é um dos mais ricos ecossistemas existentes do planeta.

Ao todo, 257.000 barris de petróleo vazaram (o equivalente a 40 mil metros cúbicos), 32.500 barris foram recuperados, 77.000 evaporaram e 147. 500 barris foram absorvidos pelo ecossistema. Este vazamento, se levarmos em consideração só os ocorridos com navios de um modo geral, incluindo petroleiros e cargueiros, não se situa entre os 30 maiores acidentes do mundo (35º no ranking). Porém, se levarmos em consideração os estragos ao meio ambiente, ele é considerado como o que provocou o maior dano a um ecossistema em todos os tempos.

Como consequência, 2.400 km de costa foram atingidas no estado do Alasca, sendo 20% das praias da localidade conhecida como *Prince William Sound*. Aquele litoral é muito recortado, parecido com a Costa Verde, aqui no estado do Rio de Janeiro, onde ficam localizadas as cidades de Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty.

Ao todo, quase 400.000 aves, 3.500 lontras marinhas, 200 focas, 14 baleias e 250 águias morreram, além de um número incalculável de peixes. Se compararmos com o número de animais mortos no acidente ocorrido em abril de 2010 no campo de Macondo, os números do acidente ocorrido no estado do Alasca é cerca de 100 vezes superior.

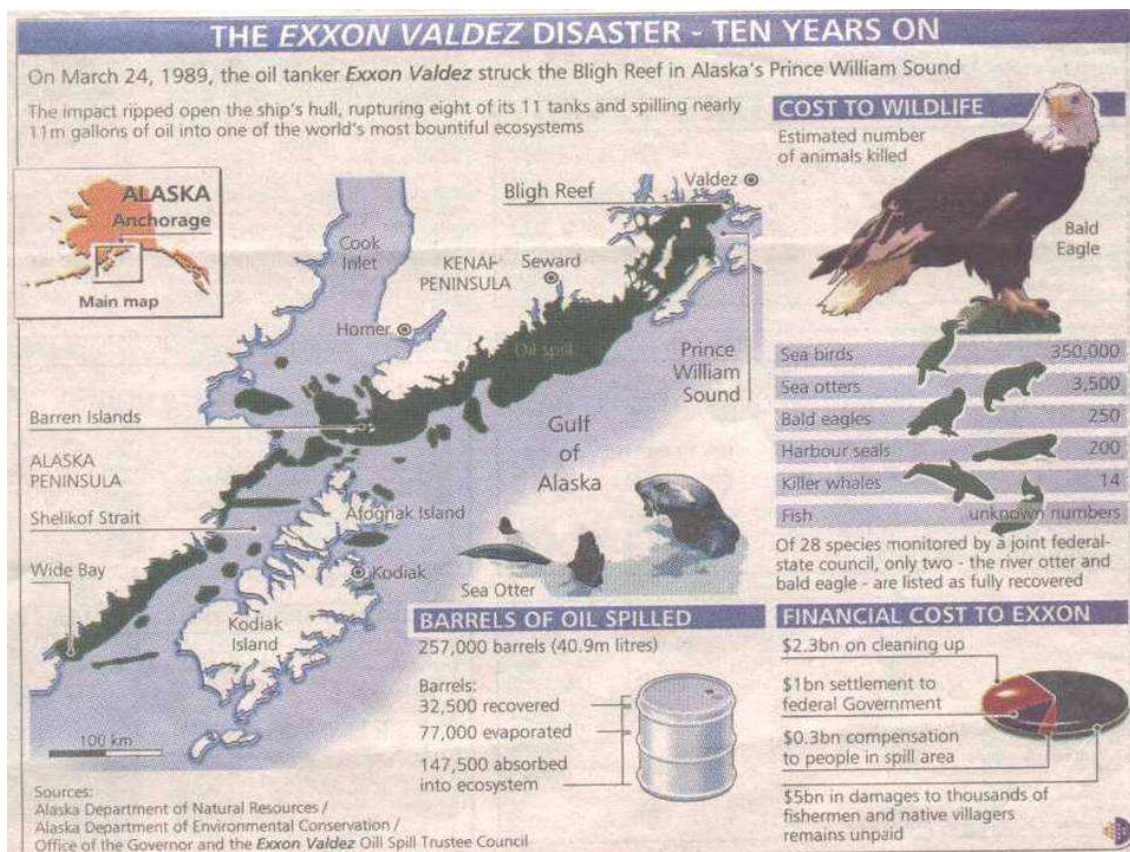


Figura 14: Dados técnicos do acidente do navio Exxon Valdez - ADNDR.

Os custos do acidente envolveram somente para limpeza e recuperação, um montante de US\$ 2,3 bilhões, somando os custos gastos pela Exxon, o Estado do Alasca e o governo americano, incluindo custos de limpeza, acordos, restaurações do meio marinho e ações pendentes, foram gastos cerca de US\$ 12,2 bilhões. Só o governo americano empenhou 173 milhões de dólares em custo de resposta ao acidente.

Com relação ao plano de contingência para este vazamento, aconteceram falhas graves que comprometeram o total insucesso da operação. As equipes de combate chegaram bem antes que os equipamentos de primeira resposta, pois, a balsa que transportaria esse material estava danificada. Os dispersantes químicos que seriam utilizados para evitar que o óleo se espalhasse e chegasse à linha da costa, foi exigido um teste preliminar antes da sua utilização, o que fez com que fosse perdida a “janela” de 24/48 horas, que são apropriadas para que o dispersante atue de forma precisa e eficaz. Nos 4 primeiros dias o tempo estava bom, um fato muito raro durante o inverno no Alasca, o que favorecia a utilização deste método. A mancha principal de 13 km² estava dentro de uma área restrita, ou seja, se o dispersante tivesse sido lançado nesse período, os danos teriam sido muito menores. Ainda no fim do 4º dia uma grande

tempestade espalhou o óleo por toda a costa, atingiu várias ilhas e transformou este um marco na história dos grandes acidentes ambientais

Aproximadamente 11 mil pessoas trabalharam nos 4 anos seguintes que perduraram os trabalhos de limpeza e remoção. As praias rochosas dificultavam a limpeza, muita utilização de jatos de água sob alta pressão, pedras precisaram ser esfregadas manualmente. No primeiro ano foram limpas cerca de 80% das praias, prosseguindo nos 3 anos seguintes. Após 10 anos ainda estavam sendo feitos trabalhos ocasionais de limpeza.

Foram monitorados cerca de 650 pontos de coletas e amostras de água para análise e experimentos, envolvendo mais de 100 técnicos. O principal objetivo da Exxon era provar aos órgãos ambientais que o óleo estaria localizado apenas na superfície do mar, não atingindo a camada sub-superficial, o que não foi constatado. Até que a concentração de óleo se tornasse não-tóxica demorou mais de um ano. Devido à moratória decretada na pesca, cerca de 2 anos, os peixes recuperaram-se além do nível pré-acidente.

Mais adiante será mostrado como o acidente do Exxon Valdez e a sua repercussão foram fundamentais para a criação da Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em caso de Poluição por Óleo – OPRC-90.

5.1. Organização Marítima Internacional

A IMO, Organização Marítima Internacional, com sede na cidade de Londres, é uma das diversas agências da Organização das Nações Unidas (ONU), que entre outras medidas, fornece mecanismos para a cooperação entre governos no campo da regulamentação e práticas relativas a questões técnicas que afetem o transporte marítimo, engajados no comércio internacional, e também incentivando e facilitando a adoção geral de normas e regulamentos em matéria de segurança marítima, e eficiência da navegação, bem como da prevenção e controle da poluição marinha causada por navios e plataformas.



Figura 15: Organograma da Organização Marítima Internacional.

5.2. Convenção Marpol

A Convenção MARPOL é a principal convenção internacional sobre a prevenção da poluição no ambiente marinho por navios. A convenção inclui regulamentos intencionados na prevenção e minimização da poluição, ambos por poluição acidental e por operações de rotina (IPIECA, 2005).

A MARPOL entrou em vigor em 1973, logo depois do grande acidente com o petroleiro *Torrey Canyon*, ocorrido em 1967, quando demandava o canal da Mancha. Na ocasião 120.000 m³ de óleo vazaram e atingiu o sudoeste da Inglaterra e o norte da França. Este pode ser considerado o primeiro grande acidente marítimo da indústria do petróleo. A ratificação da MARPOL ocorreu logo após a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente, realizada naquela cidade em 1972, na qual foi discutida a importância de se adotar ações de prevenção e melhoria da qualidade ambiental para as próximas gerações. A Convenção de Estocolmo, realizada há exatos 40 anos, foi à primeira da história mundial a tratar de questões ambientais.

Após 5 anos da sua entrada em vigor, ela foi alterada pelo Protocolo de 1978, introduzindo diversas alterações ao texto original, ficando conhecida como MARPOL 73/78. Essa alteração foi impulsionada pelo fato de mais um grande acidente da navegação envolvendo outro navio petroleiro, o *Amoco Cadiz*, na costa francesa,

quando na ocasião vazou cerca de 230.000 m³ de óleo e gerando grande impacto, onde foram atingidos mais de 400 quilômetros de praia do litoral francês.



Figura 16: Encalhe do Navio Amoco Cadiz na Bretanha em 1978.

A MARPOL foi internalizada no Brasil pelo Decreto Legislativo n° 4, de 29 de Abril de 1988, com o objetivo de introduzir regras específicas para prevenir e controlar a poluição marinha proveniente do transporte marítimo, abrangendo hidrocarbonetos e outras substâncias nocivas a granel entre outros

Contudo, a MARPOL não se destina apenas à prevenção da poluição por óleo, mas também trata de vários tipos de descarga e poluentes, como substâncias químicas e perigosas, tanto a granel como em *pallets*, esgoto, lixo e poluição atmosférica, estabelecendo também regras para o descarte de diversos produtos no mar.

A Convenção MARPOL no seu anexo I, regra 26, em vigor desde 01 de abril de 1995, determina que todos os navios tanques, FPSOs e plataformas, possuam a bordo um plano de contingência para derrames de óleo, conhecido como SOPEP – *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan*, de forma a conscientizar a tripulação da importância do preparo para as possíveis emergências, exigindo exercícios regulares, padronizando os procedimentos de comunicação e combate à poluição por óleo e seus derivados. Além disso, é exigido um kit com equipamentos para uma primeira e pequena resposta que deve estar localizado no convés principal contendo os seguintes equipamentos:

- Bombas pneumáticas;
- Tambores para armazenamento de 2 m³ de resíduo;
- Barreiras e mantas absorventes;
- Vassouras, rodos e pás plásticas.

5.3. OPRC-90

A Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em caso de Poluição por Óleo - OPRC 90 foi estabelecida no 16º encontro da IMO. Ela tem por finalidade estabelecer mecanismos de cooperação mútua entre os Estados Membros à altura dos grandes derrames de óleo. A convenção resultou de uma resolução em 19 de Outubro de 1989, em Bruxelas, para convocar uma conferência internacional a fim de considerar a adoção de uma convenção internacional sobre preparo, cooperação e resposta de poluição por óleo. (OPRC CONVENTION)

É uma Convenção onde os Estados Membros conveniados cooperam, através de organizações, troca de informações e resultados de pesquisa e programas de desenvolvimento para minimizar ou mitigar os efeitos da poluição por óleo no mar e sua restauração no que diz respeito aos casos de poluição provocada por óleo, seu preparo e resposta, incluindo tecnologias para a vigilância, contaminação, recuperação, dispersão e limpeza, além de dar assistência em eventos emergenciais de poluição.

Devido ao crescimento no tráfego de navios petroleiros, principalmente em áreas ecologicamente sensíveis, a OPRC reconhece a importância da assistência e cooperação mútua no combate à poluição causada por óleo e a necessidade de melhoria nos equipamentos capazes de combater os vazamentos de óleo.

A convenção tem a consciência da necessidade de preservar o ambiente marinho e reconhece a ameaça ao mesmo, provocada por poluição por óleo, envolvendo navios, plataformas, portos e Terminais Marítimos de óleo; menciona a segurança marítima e a prevenção da poluição marinha, tratando do assunto junto a outros instrumentos internacionais como a Convenção SOLAS 74 e MARPOL 73/78 (OPRC 1990).

Muitos artigos desta Convenção se baseiam e se referem a determinadas cláusulas da MARPOL 73/78 e outros documentos desenvolvidos por esta organização.

Em se tratando de equipamentos necessários na resposta aos acidentes, estabelece um sistema de estoque de equipamentos (*stockpiles*) no combate a poluição

por óleo, e a cooperação multilateral, bilateral ou individual com os armadores de navios-petroleiros e outras entidades.

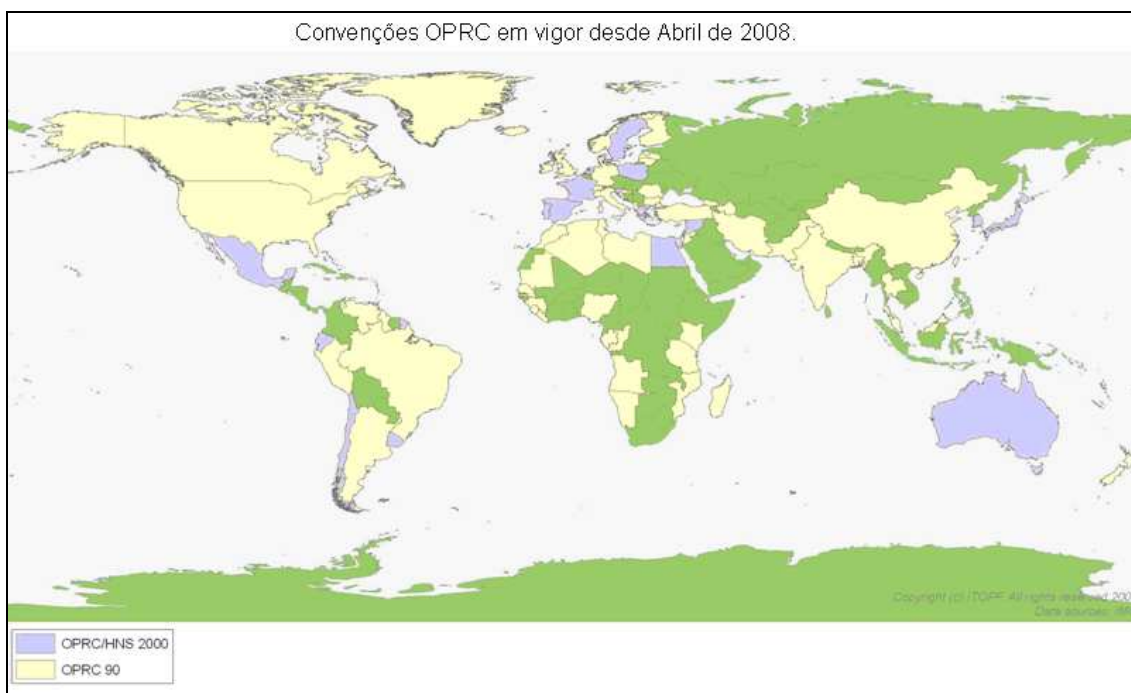


Figura 17: Países signatários da Convenção OPRC - IMO.

Esta Convenção cria o manual de emergência dos navios, disciplina a notificação de acidentes, cria sistemas nacionais e regionais de resposta, viabiliza acordos internacionais de cooperação, delega a IMO prover informações e promover treinamento e consultoria em atendimentos de incidentes de poluição por óleo. É desta Convenção ratificada pelo Brasil em 1995, que faz com que o país tenha um Plano Nacional de Contingência.

5.4. Convenção de Responsabilidade Civil - CLC 69

Em 1969, após o desastre do *Torrey Canyon* em 1967, a IMO convocou uma Conferência Diplomática e acordou sobre a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos de Poluição de Óleo, conhecida como a Convenção da Responsabilidade Civil - CLC. Esta Convenção regula a responsabilidade do armador do navio pelo dano de poluição de óleo causado pelo vazamento de seu navio-tanque, bem como seu descarregamento e trata do pagamento atribuído ao responsável pelo acidente sobre a área afetada.



Figura 18: Acidente com o navio Torrey Canyon em 1967– Lands End - UK

A convenção sobre Responsabilidade Civil foi adotada para garantir que uma compensação adequada estará disponível para aqueles que sofreram poluição causada por óleo. A convenção responsabiliza por tais danos os proprietários dos navios a partir do qual o óleo vazou ou foi derramado (IPIECA, 2010).

O valor da indenização deverá cobrir os danos resultantes de derrames ocorridos no território do Estado Parte, incluindo o seu mar territorial – e também a Zona Econômica Exclusiva, na versão emendada pelo Protocolo de 1992 – e que sejam provenientes de navios que transportem óleos persistentes como carga. A Zona Econômica Exclusiva compreende o espaço além do mar territorial onde os países costeiros têm responsabilidades sobre sua conservação e direitos sobre seus recursos.

Aplica-se aos casos de poluição marinha por óleo e derivados, derramados por navios petroleiros dos países signatários da convenção, com recursos provenientes de um seguro compulsório sobre os navios petroleiros dos países signatários e dos clubes de P&I .

A compensação se fundamenta na constatação dos danos, independentemente da bandeira do navio ou da nacionalidade do armador, desde que não seja imputados dolo ou culpa grave. O valor do teto da indenização é de 14 milhões de SDR (*Special*

Drawing Rights), variando de acordo com a tonelagem de arqueação bruta da embarcação, até o máximo de U\$\$ 21 milhões.

5.5. Convenção de Responsabilidade Civil CLC 92

Após o acidente ocorrido com o navio Exxon Valdez no ano de 1989, foi necessário rever os valores das indenizações e assim foi criada a CLC-92 que passou também a cobrir acidentes de poluição causados pelo derrame de óleos persistentes. A cobertura é decorrente dos gastos da restauração dos ambientes afetados. O objetivo do Protocolo de 92 é fornecer um aperfeiçoamento para a CLC-69.

Nesta convenção cabe ao proprietário do navio tomar as medidas para a resposta e limpeza da poluição, uma vez que existem as leis do Estado onde à poluição ocorreu. A obrigação da compensação com as medidas tomadas pelo proprietário do navio será dirigida pela convenção CLC-69 / 92, se o navio estiver registrado por uma Parte signatária da convenção .

A responsabilidade por compensação de danos por poluição inclui custos de limpeza, custos com medidas de prevenção ou limitação da extensão do dano, danos a propriedades e perdas econômicas associadas.

Há alguns casos específicos em que a responsabilidade do armador sobre os danos causados a terceiros é isenta, como nos casos de desastre natural (fenômeno de caráter inevitável e excepcional) ou ato de guerra, sabotagem e negligência das autoridades públicas (como falta na manutenção de faróis ou de outros auxílios à navegação, no exercício dessa função); cabendo ao proprietário do navio o ônus da prova, podendo ser desobrigado em todo ou em parte da sua responsabilidade.

Cabe frisar que danos causados por derramamentos de óleos minerais não-persistentes, como gasolina, diesel leve e querosene, não são compensados pela convenção, devido ao fato de apresentarem tendência de evaporar rapidamente, não exigindo ações de limpeza (IOPC, 2010). Derrames por água de lastro ou por óleos combustíveis consumidos na movimentação (*bunker*) de navio não-cargueiro também não são cobertos, mas é prevista a cobertura para vazamentos de óleo combustível como óleo de carga.

5.6. Convenção do Fundo

A *Fund Convention* é uma Convenção Internacional sobre o Estabelecimento de um Fundo Internacional de Indenização pelos Danos causados por Poluição por Óleo

(FUND 71). Essa Convenção foi criada para garantir o pagamento das indenizações por poluição por óleo que não são cobertas pela CLC 69.

Baseado na responsabilidade objetiva do proprietário do navio, na qual não é necessária a demonstração de dolo ou culpa, alguns Estados consideraram os limites aprovados insuficientes em casos de danos causados por poluição por óleo de grandes navios petroleiros. Alguns estados se opuseram ao regime estabelecido, desde que foi baseado na responsabilidade objetiva do armador pelos prejuízos que eles não podiam prever e portanto, representou uma mudança de direito marítimo tradicional que é a responsabilidade baseada na culpa. Por outro lado, alguns estados consideraram que as figuras de limitação adotadas eram susceptíveis de ser inadequadas em um caso envolvendo grandes petroleiros. Eles, portanto, queriam um nível ilimitado de compensação ou uma compensação muito grande. (CLC Convention).

Em 1969, foi considerada a criação de um fundo internacional que proporcionasse uma compensação adicional à CLC 69. Numa Conferência da IMO, em Bruxelas, em 1971, foi aprovado e estabelecido o Fundo Internacional de Indenização pelos Danos causados por Poluição por Óleo (FUND 71), complementando à CLC 69.

Com este Fundo, pagava-se uma indenização às vítimas de danos causados por poluição por óleo, incapaz de obter adequada indenização ou qualquer indenização pelos proprietários de navios ou pela Convenção sobre Responsabilidade Civil de 1969 (FUND, 2009). A obrigação do pagamento se estende ao mar territorial dos Estados contratantes e as medidas tomadas por um Estado fora de seu território.

No ano de 2000 o FUND 71 deixou de vigorar, uma vez que o número de estados signatários passou a ser menor do que 25. Desde esta data, passou a vigorar o Protocolo 1992, alterando a abrangência da Convenção, estendendo sua aplicação à Zona Econômica Exclusiva, e também aumentando os valores indenizáveis, fixou procedimentos de emenda tácita para ampliar os limites indenizáveis e estabeleceu uma nova definição de "danos por poluição".

5.7. Limites de responsabilidades dos Fundos

Se a poluição por óleo no mar for causada por inconformidades do navio perante outras Convenções Internacionais ou por conduta dolosa do proprietário, o Fundo é desobrigado a qualquer tipo de indenização. No mais, vale lembrar que o Brasil não é signatário nem da CLC92, nem da Convenção do Fundo 92, o que pode vir a ser um

grande problema, caso ocorra um acidente de grandes proporções em águas territoriais brasileiras.

Em 3 de Março de 2005 entrou em vigor o Protocolo de 2003, criando o Fundo Suplementar. Ele foi aprovado numa Conferência da IMO, sendo administrado pelo IOPC Fund. A indenização está limitada a 750 milhões SDR - *Special Drawing Rights*, ou aproximadamente 1,2 bilhão de dólares (FUND, 2009). Essa organização Intergovernamental também é financiada pela indústria petrolífera, tal como ocorre com a CLC 69 e a CLC 92. O objetivo deste fundo é suplementar a compensação no âmbito da Responsabilidade Civil de 1992 e as Convenções de Fundo. O montante da compensação potencialmente disponível nos Estados que são membros do Fundo e hoje totalizam mais de um bilhão de dólares (IPIECA, 2010).

5.8. Fundo IOPC

O Fundo Internacional de Compensação para Poluição por Óleo foi criado na Convenção de Bruxelas, realizada no ano de 1971. São duas Organizações Intergovernamentais que fornecem compensações por danos causados por poluição por óleo persistente de navios petroleiros que são: FUND 92 e Fundo Suplementar.

Destina-se à cobertura de danos excedentes a CLC-69 e CLC 92 até o valor máximo de 1,2 Bilhão de dólares, prevendo a co-responsabilidade dos proprietários das cargas e reduzindo os encargos financeiros sobre os armadores, quando estes forem financeiramente incapazes e são provenientes de uma taxa sobre pessoas jurídicas que utilizam petróleo importado por via marítima.

5.9. Clubes de P&I

As companhias de navegação e transportadoras de petróleo acreditam que quem conduz as operações de limpeza ou sofrem danos como resultado de um derramamento de óleo, precisam ter garantia que irão receber uma indenização rápida e adequada em caso de um sinistro (FUND, 2007).

Os clubes de P&I são associações internacionais de seguro mútuo para proprietários de navios petroleiros, que contempla cerca de 80 países, inclusive o Brasil; proporcionando cobertura parcial dos danos em caso de acidentes (POFFO, 2007).

Existe um complexo regime interligado de seguro de responsabilidade (obtido pelos proprietários de navios, garantidos pelos P&I Clubs) administradas através de diferentes regimes nacionais e intergovernamentais e as administrações (FUND, 2007).

Sua função é suportar financeiramente os seus membros contra a responsabilidade de terceiros que podem incorrer no âmbito das suas operações e que não seria abrangido pelo seguro da carga. Os Clubes cobrem quase todas as frotas de petroleiros do mundo, regido por uma gama de responsabilidades, incluindo a poluição por óleo (FUND, 2007).

O limite de responsabilidade para reclamações relativas à poluição por óleo é de aproximadamente de US\$ 1 Bilhão para cada acidente. Os terminais que movimentam petróleo não são cobertos, porém, quando ocorrer um vazamento causado por navios, a proteção será estendida para cobrir danos a terceiros.

5.10. Código Internacional de Gerenciamento de Segurança - *ISM Code*

O *ISM Code* é o Código Internacional de Gerenciamento para a Operação Segura de Navios e Prevenção da Poluição.

Este código foi criado após uma série de acidentes ocorridos na década de 90, em que as principais causas determinantes foram a gestão de gerenciamento, tanto de pessoas, como a de materiais. Seu principal intuito é de melhorar a segurança do tráfego marítimo internacional e reduzir a poluição causada por navios, checando a forma como as companhias marítimas são gerenciadas. O código ISM obriga que empresas estabeleçam políticas e manuais, cumprindo um padrão internacional para a gestão segura e operação de navios e obriga a implementação de um Sistema de Gestão da Segurança.

Ele é referente ao gerenciamento, a bordo e em terra, da segurança e da prevenção de poluição, nas operações de navios de carga geral, petroleiros e plataformas; garantindo a segurança no mar, prevenindo acidentes ou a perda da vida humana, e também evitando danos ao meio ambiente e a propriedade. São exigidas e realizadas auditorias anuais no sistema de gerenciamento das empresas de forma que elas apresentem um Documento de Conformidade (DOC). As embarcações passam também pelo mesmo processo certificatório e são obrigadas a possuir um documento conhecido como Safety Management Certificate (SMC). Passou a ser exigência pública mundial a partir do ano de 1998. Inicialmente era obrigatório somente a navios

petroleiros, passando a ser mais tarde obrigatório para todas as embarcações.(ISM CODE)

5.11. Acordos voluntários

Criado no fim dos anos 60, o Acordo voluntário de Responsabilidade dos Proprietários de Navios-tanque por Poluição de Óleo (TOVALOP) e o Contrato Referente a um Suplemento sobre Responsabilidade de Poluição de Óleo de Navios-Tanque (CRISTAL). Foram respectivamente instrumentos utilizados pelos seguradores de proprietários de navios que cobriam o TOVALOP, enquanto que os proprietários de carga financiavam o CRISTAL.

Acompanhando o processo de elaboração das Convenções CLC 69 e FUND 71, e reconhecendo que decorreriam alguns anos até que as Convenções entrassem em vigor, as frotas de navios de carga geral e as empresas transportadoras de petróleo adotaram esquemas voluntários, com termos e condições bastante similares aos adotados pelas Convenções em elaboração. O propósito desses acordos voluntários era fornecer benefícios comparáveis aos disponíveis nos regimes das citadas Convenções, até que estas fossem aplicadas .

O Acordo Voluntário TOVALOP entrou em vigor em 1969, e exigia medidas para limpeza ou mitigação dos efeitos de vazamento de óleo. Este acordo oferecia reembolso aos Governos, limitado a US\$ 100 por tonelada ou US\$ 100 milhões por incidente, por custos razoáveis efetuados com ações de limpeza. Com a entrada em vigor das Convenções de Responsabilidade Civil – CLC 69 E CLC 92, e seus respectivos fundos, estes acordos deixaram de existir.

Neste capítulo foram apresentadas as principais convenções internacionais no tocante a prevenção e combate a poluição por óleo no mar; foi demonstrado como é disciplinada a notificação de acidentes, e como se dá a criação de sistemas regionais e nacionais de resposta, e a viabilização de acordos internacionais de cooperação.

No próximo capítulo serão abordados os principais conceitos sobre uma das mais eficientes e eficazes técnicas de combate a poluição por óleo no mar: a utilização de dispersantes químicos. Será comentado sobre a sua composição química, como eles agem quando em contato com o óleo, sua aplicação de acordo com a legislação ambiental brasileira, e algumas considerações ecológicas relativas à toxicidade e aos principais métodos de aplicação utilizados.

CAPÍTULO 6. DISPERSANTES QUÍMICOS

Dispersantes químicos consistem de soluções líquidas de uma ou mais moléculas de surfactantes, semelhantes a detergentes, que agem na interface entre o óleo e a água.

O surfactante é composto por uma cadeia orgânica, basicamente apolar, com afinidade por óleos e graxas (oleofílica) e uma extremidade de forte polaridade, com afinidade pela água (hidrofílica)

A composição do dispersante, assim como a composição do óleo dispersado, é um fator que irá determinar a efetividade do dispersante. Para manter essa efetividade no óleo ao longo do tempo, o dispersante deve ter a capacidade de agir desemulsificando e reduzindo a viscosidade da emulsão antes da dispersão começar.

São requisitos básicos do dispersante:

- Eficiência elevada;
- Toxicidade baixa;
- Biodegradabilidade alta;
- Composição química estável.

Os dispersantes químicos contêm um ou mais agentes ativos (surfactantes) e um ou mais solventes. Os surfactantes e os solventes diferem na sua estrutura molecular e na porcentagem total no produto, uns mais concentrados e outros menos, diferem apenas na estrutura molecular.

Os surfactantes específicos e os solventes diferem também na porcentagem de surfactante, que pode variar entre 10% a 20% em alguns produtos, enquanto outros contêm mais de 50% de surfactantes.

A proporção da utilização do dispersante/óleo ou DOR (*Dispersant Oil Ratio*) é a razão volumétrica do dispersante sendo usado para o óleo a ser tratado. A dosagem convencional para sua utilização é de uma parte de dispersante para 20 de óleo (1:20). Nos últimos quarenta anos, essa proporção tem demonstrado ser uma base segura nos planos de operação, resultando alta eficiência.

Quando o óleo se espalha, ele exhibe uma coesão ou uma resistência para se quebrar, essa força de coesão é devido à tensão interfacial entre o óleo e a água. Os dispersantes químicos atuam na interface óleo/água para reduzir a tensão interfacial. Essa ação promove a dispersão natural do óleo, causando a quebra na camada de óleo

em pequenas gotas, que rapidamente se dispersa da camada de água e que pode ser carregado, difundido e diluído pelas correntes oceânicas.

A eficiência do dispersante está relacionada, principalmente, aos processos de intemperização do óleo no mar, já que óleos intemperizados se tornam mais viscosos, podendo sofrer emulsificação, diminuindo com isso a eficiência desses agentes químicos. O óleo emulsificado na água forma gotas pequenas o suficiente para permanecerem abaixo da superfície, impedindo que se transformem em uma nova mancha.

Segundo a resolução CONAMA 269, eles podem ser utilizados em derrames com risco iminente de incêndio, ou que venham por em perigo a vida humana e também quando outras respostas não são suficientes, é preciso que as regiões onde o dispersante seja utilizado tenham uma lâmina d'água não menos que 10m e esteja afastada a pelo menos 2 quilômetros da costa. É necessário também que a mancha de óleo esteja se deslocando para áreas sensíveis e regiões específicas e negociadas com os órgãos ambientais.

Os solventes presentes nessa solução permitem a difusão do surfactante no óleo, como muitos surfactantes são viscosos, alguns solventes são necessários para reduzir tal viscosidade e dessa forma os dispersantes podem ser aplicados através de equipamentos de borrifação.

Segundo o manual de aplicação de dispersantes da EXXON (2000), o solvente transportado possui duas funções principais:

- Reduzir a viscosidade com a mistura do surfactante, permitindo a eficiência na aplicação do dispersante;
- Promover a penetração e a mistura do surfactante dentro da mancha de óleo.

Existem três substâncias principais no solvente que são: água, hidrocarbonetos e compostos hidroxílicos.

Os solventes aquosos permitem que o surfactante seja extraído do fluxo da água como método conveniente para aplicação dentro da mancha. Os hidrocarbonetos intensificam a mistura de óleo dentro da mancha e os compostos hidroxílicos podem atuar como solventes de hidrocarbonetos ou como agentes aquosos.

Os dispersantes agem na interface entre o óleo e a água, por sua vez os surfactantes reduzem a tensão superficial, permitindo ao óleo penetrar na água como gotículas, que irão ser degradadas por bactérias naturais.



Figura 19: Aplicação de dispersantes químicos com aeronave.

Os surfactantes (ou tensoativos) são moléculas que apresentam uma parte hidrofílica e outra oleofílica, podendo ser sintéticos, quando obtidos a partir de sínteses químicas, ou biosurfactantes, quando produzidos por micro-organismos aeróbicos a partir de uma fonte de carbono. Os surfactantes são dissolvidos em um pré-solvente do qual transporta os surfactantes para a interface do óleo/água onde o emulsificador se processa. Alguns métodos de agitação também são necessários para os surfactantes emulsificarem o óleo.

Os surfactantes constituem uma importante classe de produtos químicos amplamente utilizados em vários setores industriais. De origem microbiana são uma alternativa aos tensoativos sintéticos, apresentando inúmeras vantagens em relação a estes: biodegradabilidade, baixa toxicidade e podem atuar nas diversas condições de temperatura ou pH.

Esta propriedade de emulsificar misturas de óleo/água é demonstrada pelo aumento significativo de degradação de hidrocarbonetos. Os biossurfactantes podem ser utilizados *in situ* para emulsificar e aumentar a solubilidade de contaminantes hidrofóbicos, facilitando o acesso dos micro-organismos naturalmente presentes no ambiente para que ocorra a degradação dos compostos hidrofóbicos.

Os biossurfactantes são mais eficientes e mais efetivos que os surfactantes convencionais, pois produzem menor tensão superficial em menores concentrações de biossurfactante.

A dispersão apresenta-se como uma nuvem marrom clara na água. Se a dispersão for negra significa que as gotas de óleo ainda estão muito grandes e tendem a ressurgir na superfície.

Os dispersantes precisam de mais tempo para penetrar na mancha de óleos viscosos antes dos componentes do surfactante se tornarem efetivos. As ondas que quebram e misturam as manchas de óleo, podem levar, através da água, os dispersantes empregados, antes que haja tempo para a penetração do mesmo.

6.1. Tipos de dispersantes

O Centro Tecnológico Nacional de Meio Ambiente da Tecnologia (AEA), que testa dispersantes no Reino Unido, reconhece três tipos de dispersantes, eles são designados de acordo com o método de aplicação pretendido.

Tabela 9: Tipos de dispersantes.

TIPO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
TIPO 1	Convencionais	Dispersantes diluídos em solventes com baixas concentrações de surfactantes (menos de 40-50%). São usados na forma não diluída. A diluição do produto em água pode ser ineficiente. Pode também ser usado não-diluído em praias onde a espessura da camada de óleo seja menor que 6 mm.

Tabela 9: Tipos de dispersantes.

TIPO 2	Dispersantes diluídos em água	Podem ser diluídos em água, mas são menos efetivos, e por isso quase não utilizados. Estes dispersantes podem ser diluídos em 10 partes de água do mar e usados para dispersar óleo flutuante.
TIPO 3	Dispersantes não-diluídos	São produtos baseados em hidrocarbonetos ou compostos hidroxílicos utilizados na forma não diluída (limpa). Podem ser diluídos com água durante as aplicações e utilizados sobre óleo em praias, onde a espessura da camada de óleo seja menor que 6mm.

Os dispersantes devem ser lançados de forma apropriada, assim como a maioria dos agentes químicos, equipamentos de proteção individual e uma roupa apropriada, devem ser utilizados sempre que o material for pulverizado ou manipulado.

6.2. Utilização dos dispersantes

Muitos países têm uma política nacional sobre a utilização de dispersantes químicos, que esboça tanto proibições quanto restrições, bem como os procedimentos seguidos em uma resposta a derrames. Na maioria dos casos, inclusive no Brasil, esse procedimento inclui uma aprovação oficial ou um processo de licenciamento, bem como uma referência de lista pré aprovada de produtos que podem ser utilizados. O procedimento de aprovação geralmente envolve uma cuidadosa avaliação por parte dos órgãos ambientais sobre os fatores de potencial eficácia, impacto ambiental e de viabilidade operacional.

No Brasil, os critérios para a utilização dos dispersantes estão dispostos na Resolução CONAMA 269 de 14 de Setembro de 2000 que diz:

“Considerando que a aplicação de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar é uma opção tecnicamente viável, resolve:

Art.1º - A produção, importação, comercialização e uso de dispersantes químicos para as ações de combate aos derrames de petróleo e seus derivados

no mar somente poderão ser efetivados após a obtenção do registro do produto junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA”.

Existe um amplo consenso que os dispersantes devem fazer parte integral de um Plano de Contingência e resposta para vazamentos por óleo e devem sempre ser considerados, junto com outras técnicas já explicadas anteriormente, como a primeira opção de resposta, principalmente se este acidente ocorre a uma longa distância da costa em grandes profundidades, ou podendo ser utilizado até mesmo próximo da costa, caso um vazamento, como por exemplo, nas monobóias de São Francisco do Sul no litoral de Santa Catarina ou na monobóia de Tramandaí no Rio Grande do Sul, onde um possível acidente nestas unidades fará com que o óleo chegue rapidamente na costa, vindo a causar um grande transtorno não só ambiental, mas também para a população local.

Devido aos avanços realizados em sua formulação, a preocupação anterior sobre os potenciais efeitos do dispersante tem diminuído significativamente, as novas formulações diminuíram em muito a sua toxicidade e tem sido usados em larga escala nos grandes últimos acidentes com bastante sucesso.

Segundo a *National Response Corporation* dos Estados Unidos, os impactos ecológicos de um vazamento de petróleo são bem reduzidos pela sua própria dispersão.

O óleo se dispersa no mar naturalmente, mas devagar. O processo depende muito da composição do óleo e das condições do ambiente, que devido à taxa de dispersão ser relativamente lenta, os dispersantes químicos são utilizados para acelerar esse processo. Pouca energia de dispersão é requerida e pequenas gotas de óleo são geradas no processo químico. A própria turbulência das ondas irá distribuir o óleo na coluna d'água, fazendo com que este óleo venha se tornar acessível a hidrocarbonetos naturais, sendo degradado por microorganismos, reduzindo as concentrações abaixo dos níveis aceitáveis para muitas espécies. Além disso, em determinadas condições de mar, com ondas acima de 1,5 metros, não é recomendado outra técnica a não ser a dispersão natural ou mesmo o monitoramento da mancha.

Dentre os vários benefícios da utilização dos dispersantes pode-se destacar:

- Os dispersantes aumentam a dispersão natural do óleo, tornando fácil a quebra das moléculas de óleo no mar em pequenas gotículas e aceleram a sua remoção pelos processos naturais de biodegradação.

- Podem significar a redução da quantidade de óleo que virá a impactar regiões costeiras e as áreas sensíveis.
- A aplicação aérea torna possível o tratamento de uma área bem extensa e é mais eficaz do que os tradicionais métodos mecânicos de recolhimento.
 - Podem ser utilizados onde as condições de mar não sejam propícias (mau tempo) ou em áreas de fortes correntes marinhas, onde o uso de barreiras e recolhedores é impraticável.
- Evitam que este óleo toque a costa, em superfícies sólidas, impedindo que venha contaminar animais, costões rochosos, manguezais, entre outros.

Desde o ano de 1998, os Estados Unidos já possuem um mapa com toda a linha de seu litoral demarcada, incluindo a região do Alasca e Havaí, onde estão indicados os locais pré-aprovados para lançamento de dispersantes, este trabalho foi realizado em conjunto com a Guarda Costeira Americana.

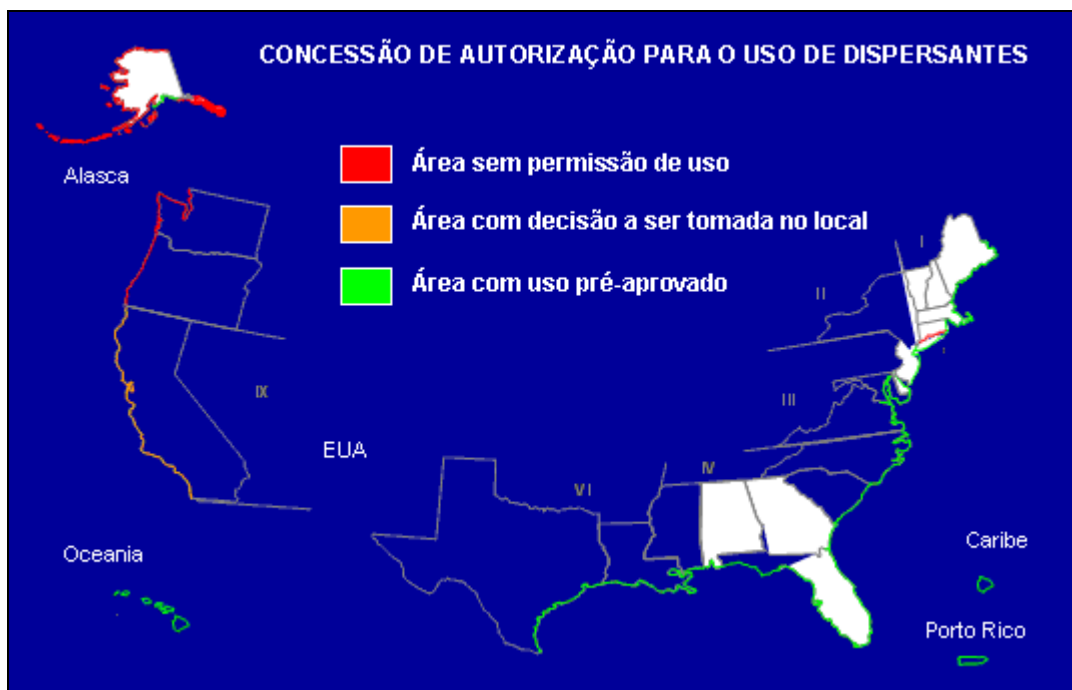


Figura 20: Costa americana com delimitação das áreas com pré autorização para uso de dispersantes.

Através de um plano de contingência cuidadoso, todas as zonas de exclusão devem ser mapeadas através da consulta junto às autoridades ambientais. Isto pode levar

a uma prévia aprovação do dispersante licenciado, ou a um mecanismo através do qual uma permissão de uso pode ser rapidamente determinada.

Aqui no Brasil já existe uma tabela similar a americana, onde teoricamente existe a possibilidade de utilização desta técnica, entretanto existe certa resistência das autoridades ambientais quanto a sua utilização.

O último grande acidente ambiental ocorrido no Golfo do México no campo de Macondo mostrou que o uso de dispersantes foi fundamental na mitigação do acidente.

O quadro abaixo exemplifica bem quando se deve ou não fazer uso da aplicação de dispersantes químicos

Tabela 10: Tabela de utilização de dispersantes.

Quando usar dispersantes
Quando o óleo está se movimentando em direção à costa e todos os outros métodos de resposta disponíveis não são satisfatórios para minimizar o impacto ambiental
Quando as condições de tempo e mar impedem o uso de recolhedores
Quando a dispersão natural não é suficientemente rápida
Quando um grande número de aves marinhas possa ser afetado
Quando não usar dispersantes
<ul style="list-style-type: none">• Em águas rasas ou de baixa circulação, como baías e enseadas• Em óleos pesados, e quando a temperatura da água estiver abaixo de 15° C• Em áreas de mariculturas• Áreas abrigadas, estuários, costões rochosos, praias, mangues, recifes de corais e áreas de preservação ambiental• Óleos com alta viscosidade ou emulsificados

6.3. Considerações ecológicas

A biodegradação do óleo por populações naturais de micro-organismos representa um dos mecanismos primários pelo qual os compostos poluentes são eliminados do meio ambiente.

Deve ficar claro que os dispersantes não removem o óleo da água, apenas auxiliam a sua dispersão. É um processo utilizado para minimizar o dano causado pelo óleo vazado, entretanto o óleo dispersado pode afetar a maricultura, ambientes costeiros (ecossistemas de baixa energia), a flora e fauna marinha, e populações de espécies costeiras.

Os dispersantes químicos têm a função de reduzir o impacto do óleo nos litorais, habitats sensíveis, comunidades marinhas, ecossistemas, entre outros. Ainda assim, o movimento natural da água garante que o óleo seja diluído pelo mar em níveis ambientalmente aceitáveis.

As bactérias e os fungos são provavelmente os maiores responsáveis pela biodegradação de hidrocarbonetos no ambiente. Através de processos biológicos, eles promovem uma rápida degradação do óleo no meio ambiente.

Algumas condições ambientais são essenciais quanto à influência da dispersão no meio. A temperatura e salinidade da água do mar e as condições de mar são fundamentais nos processos de dispersão do óleo e no tipo de dispersante a ser utilizado. Em mar calmo e de fracas correntes, o óleo tem maior dificuldade de dispersão, por isso é sempre necessário a geração de certa energia, de forma a misturar o dispersante ao óleo e aumentar a sua dispersão.

A temperatura da água é um fator que afeta a competição entre a taxa de intemperismo e a influência da viscosidade do óleo. Em baixas temperaturas, a viscosidade aumenta e o efeito do aquecimento do sol pode aumentar a taxa de dispersão. Lembrado que, relativamente, óleos com alto ponto de fluidez são mais suscetíveis a solidificação.

No caso da salinidade, os dispersantes são formulados para águas com salinidade entre 30 - 35 ppm. Em águas com menos de 10 ppm, a eficácia na formulação do dispersante será diminuída, por isso a importância no conhecimento do tipo de dispersante que será utilizado e a área onde ele será lançado.

A duração para que o uso de um dispersante seja efetivo (chamada de “janela de oportunidade”) está intimamente relacionada com a taxa com que um óleo “intemperiza” e com a capacidade do produto (dispersante) selecionado. A principal consideração sobre a proteção ambiental são os benefícios do dispersante utilizado como resposta.

Historicamente, os dispersantes são vistos como opção de resposta secundária, sendo usado como uma medida de segurança em casos em que a contaminação e a recuperação mecânica não sejam suficientes.

Até mesmo em condições de mar calmo, os equipamentos mecânicos sozinhos, às vezes não conseguem dar uma resposta eficiente e eficaz, onde o óleo possa vir a se espalhar rapidamente. Por essa razão, os dispersantes químicos são uma importante opção de resposta complementar e deve ser incluída com outras técnicas nos planos de contingência e estratégias de resposta.

Deve-se garantir que as áreas ecologicamente sensíveis serão protegidas. Os esforços devem focar na aplicação do dispersante na mancha de óleo antes da aproximação do produto em comunidades próximas como mangues e recifes de coral.

Todo vazamento de óleo é único, mas em cada caso deve-se considerar o uso ou não dos dispersantes, pelo fato dele gerar grandes conflitos ambientais. Geralmente esses conflitos são relativos entre os efeitos de curto prazo da dispersão de óleo na camada superior da coluna versus os efeitos de longo prazo deste óleo na linha de costa e zonas entre marés.

Na limpeza de praias, a borrifação pode ser utilizada como efeito “cosmético”, após a remoção da maior parte de poluição através de outros meios; desde que o óleo não seja muito viscoso e que a sua espessura não exceda alguns milímetros. A melhor forma de aplicação seria 30 minutos antes de uma maré alta, de forma que a energia de ação das ondas seja usada para emulsificar o óleo em pequenas gotas.

Em muitos casos, as agências governamentais não devem permitir o uso de dispersantes próximo a costa ou em águas com profundidade menor que 20 metros, a menos que tenham autorização específica, e seja para evitar um mal maior.

6.4. Toxicidade

A toxicidade está diretamente relacionada com a concentração de hidrocarbonetos na coluna d'água e com a duração da concentração dessa descarga no ambiente, através do tempo. Embora os hidrocarbonetos sejam compostos por uma complexa mistura de diferentes tipos de moléculas e tamanhos, apenas a uma pequena parte desses componentes é atribuída à maior porcentagem de toxicidade no ambiente marinho.

Geralmente são os hidrocarbonetos mais solúveis em água e mais persistentes que favorecem a toxicidade dos organismos aquáticos. Os componentes que se volatilizam rapidamente ou os que são degradados por micro-organismos apresentam menos risco aos organismos marinhos.

A exposição dos organismos aquáticos ao óleo na coluna d'água é temporariamente aumentada após a aplicação do dispersante. Ao mesmo tempo, a dispersão do óleo está sujeita a uma rápida diluição e mistura de energia pelas ondas e correntes. Além disso, aumentando a área de superfície do óleo através de gotículas, os dispersantes tornam o óleo mais acessível para algumas bactérias, e, portanto facilita a biodegradação do mesmo.

Toxicidade relativa entre o dispersante químico Corexit 9500 (utilizado em derrames de óleo) e produtos de limpeza domésticos



Produto / Organismo	Detergente para roupas Tide	Detergente para louças Palmolive	Detergente para louça Dawn	Xampu Johnson and Johnson Baby
Camarão	Corexit é 1,9 vezes menos tóxico	Corexit é 2,8 vezes menos tóxico	Corexit é 1,6 vezes menos tóxico	Corexit é 6,4 vezes menos tóxico
Peixe	Corexit é 46,4 vezes menos tóxico	Corexit é 42,7 vezes menos tóxico	Corexit é 17,0 vezes menos tóxico	Corexit é 2,1 vezes menos tóxico

Resultados de testes do laboratório Bio-Aquatic, reconhecido pela EPA. Os estudos foram realizados conforme as diretrizes da EPA estabelecidas em 40 CFR 300, apêndice C. Comparação baseada em valores de LC₅₀ (concentração letal para 50% da população teste).

Figura 21: Quadro comparativo do principal dispersante utilizado no mundo e produtos utilizados domesticamente – Fonte: Environmental Protection Agency.

As espécies que não conseguem metabolizar o óleo em seu sistema celular serão as mais atingidas, tornando-se vulneráveis aos efeitos tóxicos do óleo. A maioria dos animais vertebrados e muitos dos invertebrados possuem mecanismos bioquímicos que

conseguem quebrar as moléculas de óleo acumuladas em seus órgãos, resultando na remoção do hidrocarboneto dos seus sistemas.

A toxicidade da água em curto prazo é descrita utilizando LC50 (*Lethal Concentration*) e EC50 (*Effective Concentration*). A LC50 é a concentração que causa mortalidade em 50% nos organismos testados num período de tempo específico (geralmente 48 ou 96 horas). A EC50 é a concentração que causa efeitos específicos nos organismos testados em um determinado período, como redução de crescimento ou mobilidade. Quanto maior o valor de LC50 ou EC50, menor a toxicidade. Com isso, as maiores concentrações são requeridas para produzir efeitos adversos. Esses valores não são absolutos, variando para cada espécie (EXXONMOBIL, 2000).

A composição do petróleo e óleos refinados são altamente variáveis. Portanto, a toxicidade da água irá variar de acordo com o tipo de óleo. A quantidade de componentes solúveis presentes na água e no óleo é o determinante da toxicidade.

6.5. Monitoramento

O monitoramento da aplicação do dispersante é necessário para avaliar a efetividade da operação e para fornecer orientação sempre que for preciso. Ter um levantamento das condições ambientais e de onde serão as operações de pulverização também são importantes.

Aqui no Brasil, tem se realizado freqüentemente uma resposta basicamente composta por barreiras de contenção, recolhimento mecânico e barreiras de absorção, que tem limitações distintas, associadas com as taxas de recuperação, área geográfica, correntes marinhas e condições do tempo. Uma estratégia de resposta para vazamento de óleo deve incluir todas as técnicas disponíveis para limitar os danos ambientais.

A escolha da utilização de dispersantes químicos deve sempre ser planejada para operações em primeiro estágio na estratégia de resposta. É um erro considerar dispersantes somente como uma segunda opção, caso os mecanismos de respostas manuais não sejam satisfatórios.

Atualmente existem técnicas que medem exatamente a espessura da mancha, contudo o sensoriamento remoto pode dar uma indicação da espessura relativa de diferentes áreas de mancha. Aplicação de dispersantes para uma mancha de óleo muito fina (5 a 10 microns ou menor) é desnecessária. Geralmente a mancha se tornará mais

finas quanto mais distante da fonte de vazamento. Os dispersantes devem ser aplicados nas áreas com maiores concentrações.

6.6. Aplicações

Algumas diretrizes podem ser dadas quanto às taxas de aplicação para diferentes tipos de dispersantes, mas precisam ser necessariamente aproximadas pelas seguintes razões:

- A composição dos produtos varia, alguns são mais eficazes do que outros em condições específicas, e vão requerer um volume menor para dispersar certa quantidade de óleo.
- A taxa de aplicação irá depender das circunstâncias do derrame e, particularmente, do tipo de óleo, a extensão da decomposição, bem como da espessura da camada de óleo.

As manchas de óleo não possuem uniformidade em sua espessura, por isso deve-se controlar a borrifação nas manchas mais espessas. O controle da taxa de aplicação pode ser atingido variando a taxa de descarga da bomba ou variando a velocidade do avião (ou da embarcação), mantendo dessa forma a taxa de descarga constante.

Os dispersantes não trabalham com eficácia em todas as circunstâncias. Em óleos muito viscosos os solventes não serão capazes de penetrar e a turbulência natural das ondas não será suficiente para distorcer e quebrar o óleo em gotas. Óleos combustíveis, geralmente muito pesados, não dispersam com o uso de dispersantes.

Os dispersantes químicos podem ser lançados por barcos, aeronaves e helicópteros.



Figura 22: Métodos de lançamento de dispersante no mar.

Uma vez que o óleo tenha sido dispersado, é necessária a agitação do mar para manter as gotas abaixo da superfície, enquanto estão sendo transportadas para longe do local do derrame pelas correntes. Caso o mar esteja calmo, as gotas podem eventualmente ressurgir na superfície para formar uma nova mancha.

Um dispersante trabalha com eficácia quando está removendo o óleo da superfície da água e distribuindo-o através do corpo da água. A seção superior, que corresponde a três metros do topo da coluna d'água, conterá concentrações altas de óleo, atingindo níveis altos de toxicidade, mas por um curto período de tempo, desde que o movimento da água assegure uma diluição contínua e rápida das gotas de óleo.

A principal vantagem da resposta do dispersante sobre outras opções de resposta é a velocidade com que eles podem ser aplicados. A operação de pulverização é empregar de forma eficiente à quantidade necessária de dispersante num raio que cubra a área a ser tratada, além de não gerar resíduos.

A aplicação de dispersantes no mar pode ser realizada através das seguintes formas:

- **Borrifação por navios/barcos**

O método de aplicação de dispersantes por embarcações inclui a pulverização através de borrifadores fixos na parte externa da borda. Embarcações de vários tipos são

usadas como aplicadores de dispersantes, contudo são relativamente lentos (velocidade inferior a 10.0 milhas) e cobrem uma faixa limitada dentro de um padrão de borrifação. Somente vazamentos pequenos podem ser tratados desta forma.

Outra vantagem desse sistema de borrifação, é que com a eficiência aumentada de borrifação de concentrado limpo, meios adicionais de agitação, como pranchas de quebra-ondas de reboque, não são requeridos

- **Borrifação por aviões**

Para grandes derrames no mar, a borrifação por aviões oferece vantagens sobre as embarcações. Por apresentar uma velocidade bem superior, essa técnica permite uma atuação emergencial mais rápida e seletiva, de forma que o derrame pode ser borrifado enquanto o óleo ainda está em condições ideais para resposta ao tratamento químico.

A utilização dos aviões requer a presença de alguns equipamentos que controlem e uniformizem a aplicação do dispersante, para que a mancha possa ser atingida com precisão. Além disso, o sistema de borrifação deve distribuir as gotas de dispersantes em tamanho exato para que não sejam pequenas demais para não serem carregadas pela ação do vento para áreas fora do alvo e nem grandes demais que não penetrem na camada de óleo.

O tamanho do avião escolhido para um acidente em particular, vai refletir de forma geral na magnitude do acidente e sua proximidade com a costa. As aeronaves permitem um tratamento químico eficiente para derrames de grandes distâncias. Embora a área coberta por unidade de tempo seja aumentada pela utilização dos aviões, o tempo de pulverização de cada carga de dispersante é limitado há poucos minutos. Devido ao baixo período de pulverização por missão, o reposicionamento ao longo da mancha e o tempo de recarga devem ser considerados na estimativa do tempo total para tratar a totalidade ou parte de um derrame.



Figura 23: Hércules C-130 lançando dispersante no Golfo do México.

A proporção dispersante/óleo é a razão volumétrica de dispersante inicial usada para tratar o óleo. Embora na prática essa proporção varie significativamente, ela é tipicamente usada com eficácia de 1:20 ou 1:25 na resposta dos planos de contingência. A proporção necessária varia dependendo da especificidade do óleo, das condições do tempo e a composição do dispersante.

A aplicação aérea do dispersante é mais cara, contudo, reduz o número de pessoal necessário para a operação.

Os esforços na borrifação devem concentrar as áreas mais intensas da mancha que possam vir a ameaçar as áreas sensíveis. Sistemas de sensoriamento remoto como câmeras infravermelhas são utilizadas e ajudam a determinar a espessura relativa de diferentes áreas de uma mancha. É desejável que a pulverização não seja conduzida em águas rasas, entretanto o tratamento químico não é necessariamente proibido se a mancha estiver nessas regiões, porque o impacto na costa certamente irá ocorrer se nada for feito. Em cada caso, a resposta deve considerar os efeitos econômicos e ambientais entre a dispersão química, o meio ambiente e o impacto na costa (EXXONMOBIL, 2000).

- **Borrifação por helicópteros**

Outra forma eficiente de borrifar dispersantes é utilizando helicópteros. Um tanque de borrifação é suspenso ao helicóptero, com a sua excelente visibilidade e mobilidade, um helicóptero é ideal para controlar pequenos derramames.

As unidades de tanques são mais versáteis e estão disponíveis em diversos tamanhos (limitados ao máximo de 3.000 litros). Quanto maior o helicóptero, maior o tanque utilizado. Contudo, o limite de capacidade de dispersantes de cada helicóptero irá depender da distância a ser pulverizada e do tempo de retorno para reabastecimento. Os helicópteros não devem pairar sobre a mancha enquanto borrifam, pois o rotor produz turbulência excessiva que interrompe a distribuição do dispersante, devendo sobrevoar com velocidade entre 111 a 148 Km/h.

Neste capítulo foram abordados os principais conceitos sobre a utilização de dispersantes químicos, demonstrada a sua composição química, como eles agem quando em contato com o óleo, sua aplicação de acordo com a legislação ambiental brasileira, e algumas considerações ecológicas relativas à toxicidade e aos principais métodos de aplicação utilizados.

O capítulo 7 apresentará outra técnica de combate à poluição por óleo, conhecida como queima *in situ*. Apesar de ser complexa, esta técnica foi muito utilizada no acidente ocorrido no Golfo do México por ocasião do acidente na plataforma Deepwater Horizon. Será feita uma abordagem sobre as características desta técnica, e serão tecidas considerações sobre as questões relativas à segurança, meio ambiente e saúde a serem observadas quando da sua utilização.

CAPÍTULO 7. TÉCNICAS DE QUEIMA IN SITU

7.1. Introdução da queima in situ

Como mencionado nos capítulos anteriores, são numerosos os exemplos de acidentes da navegação e até mesmo aqueles em oleodutos e plataformas, que tem como conseqüência o derrame de hidrocarbonetos no mar. Como várias técnicas de combate já apresentadas, uma delas se mostrou muito eficaz por ocasião do maior acidente ambiental da indústria do petróleo, ocorrido em abril de 2010, com a explosão seguida de afundamento da plataforma Deepwater Horizon. Aqui neste capítulo será explanado sobre a queima deste óleo sobre a superfície do mar, fazendo com que esta incineração intencionada, conhecida internacionalmente como “*in situ burning*”, vem a ser em certas condições, um método potencialmente eficaz para eliminar grandes quantidades de hidrocarbonetos em um período de tempo relativamente curto. Esta técnica teve início nos anos 70 através de alguns estudos e experimentos, tendo sido rara a sua aplicação em casos reais de derramamento.

Não obstante, dado a seu potencial para combater grandes volumes de hidrocarbonetos, se mostrou bastante eficaz no acidente do Golfo do México. Esta é uma técnica que possui grandes vantagens em relação às técnicas convencionais como a contenção e recuperação em certos casos, uma vez que, do ponto de vista logístico, é relativamente simples e reduz a necessidade de armazenamento e um posterior tratamento e recuperação do óleo recolhido.

A utilização desta técnica em 411 operações sucessivas em menos de 3 meses, foi bastante eficiente, eliminando cerca de 80.000 toneladas de óleo que estavam sobre a superfície do mar, além de possibilitar a sua utilização em zonas remotas, onde os requisitos logísticos de outras técnicas podem ter certo grau de dificuldade ou proibidos.

7.2. Características da Queima *in situ*

A ignição de uma mancha de hidrocarbonetos se produz quando a temperatura da superfície da mancha alcança seu ponto de ignição (ponto em que os hidrocarbonetos se vaporizam em quantidades suficientes para manter a combustão). Para que esta combustão se sustente e as chamas se propaguem, a temperatura da superfície da mancha deverá alcançar uma temperatura um pouco maior que o ponto de ignição deste óleo. Este ponto é a temperatura em que a velocidade de vaporização é igual ou superior a velocidade de combustão. A medida que ocorre a combustão, a mancha de óleo torna-

se mais fina, reduzindo deste modo a capacidade de isolamento. Sua extinção ocorre quando a temperatura na superfície se torna menor que a temperatura do ponto de ignição. De uma forma geral, esta mancha irá se extinguir por si mesma, uma vez que a espessura da mancha alcançar aproximadamente 1 mm.



Figura 24: Queima *in situ* no Campo de Macondo – Junho 2010.

Uma vez que se realize esta operação de queimar hidrocarbonetos no mar, as propriedades do óleo determinarão a quantidade necessária de temperatura para alcançar este ponto. A grande maioria dos hidrocarbonetos queima com êxito se a mancha possui uma espessura suficiente e energia disponível para fazer com que a mancha se mantenha no processo de combustão. Os últimos derramamentos de óleo em que foi empregada esta técnica, os óleos menos intemperizados mostraram possuir uma maior facilidade para a queima, ao contrário de óleo com maior número de dias na superfície.

Caso a mancha seja demasiadamente fina, esta técnica não pode ser realizada, uma vez que o calor escapa através da água subjacente e a mancha nunca alcança seu ponto de ignição, dessa forma não se consegue uma incineração sustentável. Em geral, para uma boa queima, a mancha deve ter entre 2-3mm para garantir o êxito da ignição. Em caso de óleos já intemperizados, esta espessura deve ser de 3-5mm e para óleos combustíveis e resíduos deve ser da ordem de 5-10mm.

Ventos fortes e estados de mar grosso podem evitar a ignição de uma mancha ou extinguir o incêndio. Ventos de 20 nós e ondas de aproximadamente 1 metro condicionam o êxito da incineração.

De um modo geral, para uma boa operação, deve-se concentrar o óleo espalhado no mar utilizando barreiras de contenção apropriadas, de forma a obter uma concentração consistente de óleo com uma camada superior a 2 mm. Para isso, devem ser usadas embarcações, utilizando uma configuração em forma de “U”, a fim de termos a espessura necessária para a realização da queima. Sem dúvida nenhuma, estas operações estão expostas a encontrar as mesmas dificuldades que apresentam as operações convencionais de contenção e recuperação. O óleo deve ser mantido todo o tempo dentro da barreira pelas embarcações envolvidas para que a operação tenha êxito.

A maior parte das barreiras a prova de fogo utilizadas neste tipo de operação se assemelham as barreiras convencionais de contenção, entretanto, são fabricadas com materiais especiais, lonas refratárias e aço inoxidável. Outras conseguem suas propriedades a prova de fogo, mediante a ação de resfriamento utilizando água sobre o tecido da barreira de forma ativa todo o tempo.

O método de ignição dependerá das circunstâncias do derrame e na maioria dos casos é realizado de forma manual. Estes ignitores empregam diversos combustíveis, entre eles, propelentes sólidos, cubos de querosene em forma de gel, compostos de reagentes químicos ou uma combinação entre eles. Os dispositivos explosivos e outros altamente energéticos tem demonstrado não ser altamente eficazes, uma vez que sua ignição se fragmenta na superfície da mancha e não transfere calor a superfície de forma eficaz.

7.3. Considerações relativas ao meio ambiente e a saúde

Existem grandes questões relacionadas à técnica de queima *in situ*, a principal delas é a formação de uma grande e espessa fumaça, densa e negra e também os resíduos de material resultantes depois de terminada a incineração.

A geração de uma densa massa de fumaça resulta em um visual altamente antiestético e que demonstra o interesse público e da mídia, para possíveis riscos para a saúde humana. A massa de fumaça é composta principalmente de gás carbônico e diferentes outros gases e são estas partículas que normalmente causam maior preocupação. O tamanho das partículas de carbono é muito variável e as que se

encontram abaixo de 10 micras, são suficientemente pequenas para serem inaladas pelo ser humano. As emissões procedentes de uma incineração *in situ* e as concentrações de partículas na massa de fumaça são mais concentradas no local, diminuindo à medida que a fumaça suba, principalmente por diluição, dispersão e decantação, mas também, são levadas pela chuva. Outras substâncias como hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) e os compostos orgânicos voláteis (COV) caem a níveis mais baixos uma vez que se afastam do local da incineração. Como precaução geral, deve se evitar realizar a incineração *in situ* com o vento direcionado para áreas que sejam povoadas e a distância de segurança recomendada para realizar a operação a favor do vento deve ser na faixa de 1 a 5 quilômetros, dependendo das condições meteorológicas.

Dependendo do tipo de óleo e as circunstâncias da incineração propriamente dita, uma vez que a incineração termine, ainda existirá uma quantidade variável de resíduos. Estes resíduos são semelhantes a um alcatrão e adquirem uma forma de massa compacta, às vezes semi-sólidas, compostas por hidrocarbonetos que não queimaram totalmente, hidrocarbonetos evaporados e partículas de carbono que voltam a depositar-se. As propriedades dos resíduos queimados variam dependendo da eficácia da incineração, das propriedades iniciais dos hidrocarbonetos e da espessura inicial da mancha. Não obstante ao que foi dito, podem ter uma flutuabilidade neutra, e em alguns casos, são mais densos que a água do mar e podem fundir-se.

A toxicidade dos resíduos resultantes da incineração não é muito diferente da toxicidade dos hidrocarbonetos originais, ainda que algumas vezes menor, não obstante, os resíduos que se encontram na coluna d'água ou no fundo do mar, podem interferir nas atividades pesqueiras.

Obviamente que este tipo de operação não é largamente utilizada, atualmente somente dois países, Estados Unidos da América e Canadá dominam esta técnica e depois da sua larga utilização no acidente do campo de Macondo, vários outros países começam a pensar em ter esta técnica nos seus planos de contingência, inclusive o Brasil. Obviamente que será necessária aprovação de órgãos ambientais para uso desta técnica, assim como pessoas e equipamentos especializados. Por um lado, deve ser levado em conta o equilíbrio, a sensibilidade das populações e outros recursos próximos as emissões e por outro lado, a viabilidade de outras técnicas de resposta que se podem dispor. É fundamental que os encarregados do planejamento da operação de resposta, avaliem o melhor benefício ambiental para os distintos cenários dentro do âmbito das

operações e tomem as melhores medidas necessárias e cabíveis para facilitar a tomada de decisão e o processo de aprovação.

7.4. Considerações relativas à segurança

Ao preparar um plano para a utilização da técnica queima *in situ*, como resposta a um incidente de vazamento de óleo, devem ser consideradas várias questões, uma delas é que a queima não retorne a fonte causadora da poluição, por exemplo, a um navio que tenha sido o causador do derrame, deve se ter cuidado para que o incêndio não se propague e se dirija a outros materiais combustíveis próximo ao local do acidente. Os encarregados da operação devem garantir que os procedimentos adequados de segurança para a incineração *in situ* são os definidos no plano de contingência, cumprem a legislação local e nacional e que as pessoas envolvidas estejam treinadas e capacitadas para realização desta operação.

Devem ser utilizados explosímetros portáteis para detectar as concentrações de vapores inflamáveis nas proximidades de uma incineração e confirmar que as aproximações seguras. Devem ser também analisadas a natureza do derrame, assim como uma boa comunicação com as aeronaves de apoio, de forma a termos um plano de incineração bem definido e compreendido. Este plano deverá possuir também contingências para condições inesperadas, como uma mudança na direção do vento ou alguma avaria nas embarcações envolvidas na operação. (IPIECA/ITOPF)

Todos os envolvidos na operação devem manter durante todo o tempo um canal de comunicação aberto, incluindo as embarcações, aeronaves e equipes de apoio em terra. As partes envolvidas devem informar constantemente, como a queima esta ocorrendo e sobre outras manchas que devem ser agregadas de forma a manter a queima em ótimas condições. As aeronaves devem orientar as embarcações de modo que as mesmas tenham sempre orientações precisas da posição das manchas.

Devem também se estabelecer zonas operacionais seguras para as embarcações de superfície e para as aeronaves. O tamanho da operação de queima é que irá determinar a que distâncias devem ser mantidas as embarcações e equipes de resposta. Tomando como base as operações realizadas no Golfo do México, essa distância deve ser de no mínimo de 3 a 5 vezes o diâmetro do incêndio, como uma faixa de segurança. As equipes que se encontram em botes e aeronaves próximas a incineração, deve usar

equipamento de proteção individual, como roupas apropriadas a prova de fogo, máscaras de respiração individual, filtros para partículas e vapores orgânicos.

7.5. A utilização do método no acidente da Deepwater Horizon

O acidente da Deepwater Horizon no Golfo do México trouxe muitos novos aprendizados nas técnicas de combate à poluição por óleo no mar, técnicas pouco comentadas e muito pouco utilizadas no dia a dia dos grandes acidentes, uma das quais, que é o *In Situ Burning*. Antes deste acidente, existiam estoques de diferentes tipos de barreiras, inclusive aqui no Brasil, que por ocasião do acidente foram enviadas aos Estados Unidos para serem utilizadas na operação de resposta.

Estas barreiras existem desde meados dos anos 80 e foram utilizadas pela primeira vez por ocasião do acidente do navio petroleiro *Exxon Valdez* no Alasca, porém, basicamente foi um teste e não ocorreu o emprego desta técnica em maior escala.



Figura 25: Barreira tipo Hidrofire emprestada pelo Brasil à British Petroleum.

Este tipo de técnica requer condições especiais para utilização e o Golfo do México se mostrou ideal para a sua utilização.

O tipo de óleo, com um grau API 35 era apropriado para a queima, isso somado as condições satisfatórias de tempo e mar, resultou em uma operação bem sucedida, tendo em vista que as barreiras utilizadas eram bem específicas para este tipo de operação. Durante aproximadamente 3 meses, foram empregadas mais de 20 embarcações e 10 times de profissionais qualificados.

Uma vez o óleo presente na água, com uma camada na faixa de 3 mm, estas barreiras cercavam o óleo, um pequeno *flare* iniciava a queima e as embarcações rebocavam e concentravam ainda mais as manchas de óleo, coletando manchas dispersas e queimando-as. No total foram 411 operações de queima, com uma delas, a de número 224, chegando a 11 horas e 48 minutos, um recorde neste tipo de operação.

Uma semana após o acidente foi realizada a primeira queima, a média de queima por operação foi de aproximadamente 700 barris. Mais de 8.000 metros deste tipo de barreira foram enviados por diversos países, empresas e companhias de petróleo, incluindo 5 diferentes tipos: *Hydro-Fire Boom*, *Pyro Boom*, *3M/AMI*, *Oil Stop e Kepner*.

No dia 18 de junho, um mês antes do fechamento total do poço de Macondo, foram realizadas simultaneamente 16 operações de queima *in situ*, resultando na eliminação de cerca de 70.000 barris, ou seja, mais de 11.000 m³ de óleo num único dia.

O capítulo 7 apresentou mais uma técnica de combate a poluição por óleo, a queima *in situ*. Apesar da sua complexidade, foi muito utilizada no acidente ocorrido no Golfo do México. Foi feita uma abordagem sobre as características desta técnica e foram apresentadas considerações sobre as questões relativas à segurança, meio ambiente e saúde, consideradas quando da sua utilização.

O capítulo 8 irá abordar por meio de revisão bibliográfica e documental, o levantamento e a descrição das principais organizações mundiais de resposta ao combate de derramamento de óleo no mar distribuídas estrategicamente pelos cinco continentes, e suas respectivas estruturas de resposta.

CAPÍTULO 8. ORGANIZAÇÕES MUNDIAIS DE RESPOSTA AO COMBATE DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO – OSRO

8.1. Alaska Clean Seas (ACS)

É uma empresa sem fins lucrativos que incorpora várias empresas produtoras de petróleo na região do Alasca, cuja associação inclui companhias de petróleo que estão envolvidas na exploração, produção e transporte por oleodutos na região Norte do Alasca. Fundada originalmente em 1979 como ABSORV, foi reestruturada em 1990, após o acidente ocorrido com o navio Exxon Valdez. Hoje existe nessa localidade uma vasta quantidade de equipamentos e pessoas treinadas para atendimento a respostas naquela região.

8.2. Australian Marine Oil Spill Center (AMOSC)

Estabelecida em 1991, *Australian Marine Oil Spill Center (AMOSC)* é a maior entidade representativa da indústria de petróleo da Austrália e responsável pelo atendimento a resposta a acidentes de óleo na costa Australiana.

Este centro é financiado por 9 companhias de petróleo que mais atuam naquele continente. AMOSC possui e opera 24 horas por dia, possui uma grande quantidade de equipamentos e técnicos especializados para atendimento a vazamento de óleo em toda costa australiana.

8.3. Clean Caribbean & Americas (CCA)

Baseada em *Fort Lauderdale*, na Flórida, *Clean Caribbean & Americas*, é mais uma organização de resposta internacional que tem como foco principal atender a vazamentos de óleo na região do Caribe e América Latina e também podendo atender no próprio Estados Unidos. Fundada em 1977, a CCA atualmente congrega mais de 40 empresas de óleo e gás. Foi pioneira no conceito de mobilização de equipamentos em *pallets* para despacho aéreo, localizada estrategicamente entre dois grandes aeroportos internacionais (Miami e Fort Lauderdale), possui uma grande facilidade para despachar estes equipamentos para os países do Caribe e da América Latina, já tendo feito este tipo de operação por 4 vezes aqui para o Brasil. Possuindo um contrato com a empresa aérea *Lynden* e um sistema aéreo para lançamento de dispersantes, conhecido internacionalmente como ADDS, realizou 83 operações aéreas de lançamento de

dispersantes no acidente da Deepwater Horizon, possui apenas 5 consultores técnicos especializados, ao contrário das outras grandes organizações que possuem uma grande equipe, algumas delas, chegando a mais de 100 especialistas.

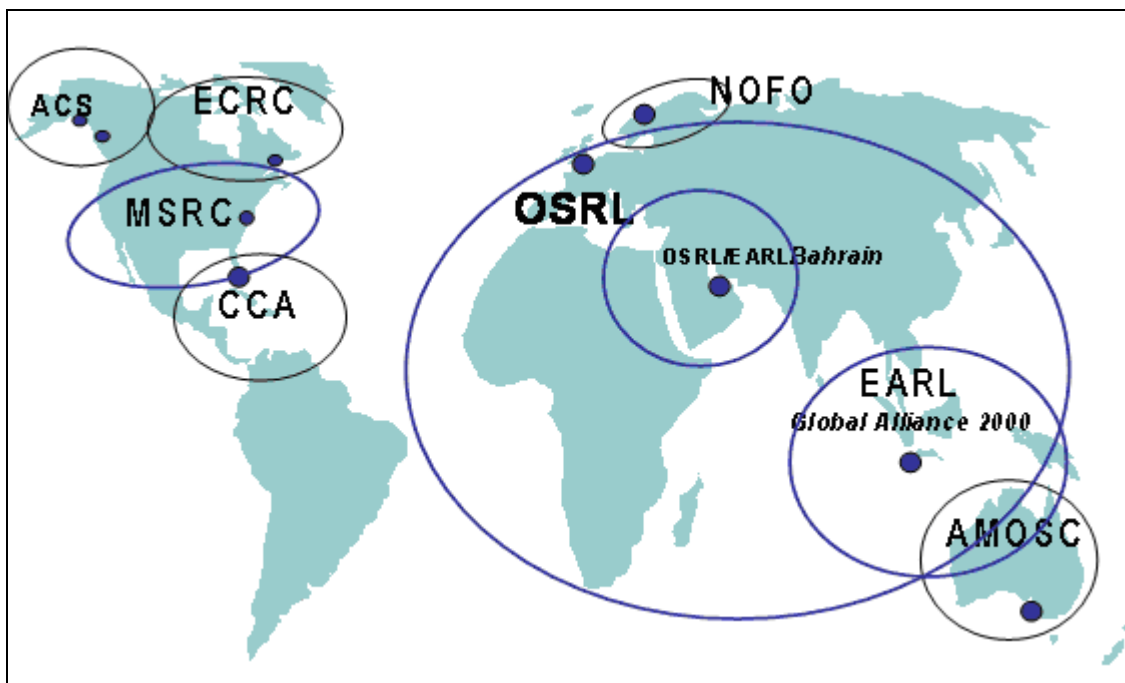


Figura 26: Empresas Globais de Resposta a nível mundial.

8.4. East Canadian Response Center (ECRC)

A ECRC é a maior organização de resposta do Canadá, tem duas missões principais: certificar empresas que desejam atuar como organizações de resposta de acordo com as leis canadenses e atuar também como organização de resposta na costa leste canadense. Com sede em Ottawa, a ECRC é responsável pela operação de 6 outros centros localizados em 3 regiões: Grandes Lagos, Quebec e na Costa Leste, entre outras atribuições, possui equipamentos especializados de resposta a acidentes com hidrocarbonetos, desenvolve estratégias de resposta para proteção de áreas sensíveis e mantém contratos com empresas especializadas, consultores e especialistas no combate a derramamento de óleo.

8.5. Western Canada Marine Response Corporation (WCMRC)

Western Canada Marine Response Corporation é responsável e certificada pelo Ministério dos Transportes do Canadá para atender a derramamentos de óleo na região oeste do Canadá, com mais de 200 membros, a missão da WCMRC é garantir o estado de prontidão e alerta na mitigação de acidentes de vazamento de óleo, isso inclui 25 embarcações distribuídas estrategicamente e equipamentos de resposta, além de estratégias e planos pré estabelecidos para proteção de áreas sensíveis. Assim como as outras organizações, funciona 24 horas por dia. Além de prestar atividades de resposta a acidentes com vazamento de óleo, também oferece treinamentos de preparação e utilização de equipamentos para terceiros.

8.6. Oil Spill Response Limited (OSRL)

A *Oil Spill Response Limited* é a maior e única empresa de resposta global entre todas as outras existentes. Tem como missão assegurar uma pronta resposta a derramamento de óleo em qualquer parte do mundo.

Com sede na cidade de Southampton No Reino Unido e mais duas bases, uma no Bahain e outra em Cingapura, a OSRL tem como associadas às maiores empresas exploradoras e produtoras de óleo do mundo, somando mais de 60% da produção mundial, entre elas a Petrobras.

Com 25 anos no mercado, participou de forma atuante nos maiores acidentes ocorridos na indústria do petróleo, com destaque especial para o acidente do Exxon Valdez , Amoco Cadiz e por último da Deepwater Horizon.

A *Oil Spill Response* é a empresa líder mundialmente reconhecida quando se trata de serviços de preparo e resposta a vazamentos de óleo. Vale destacar que nos últimos anos esta empresa passou a atuar na África e na Indonésia, ratificando seu poder de atuação global.

Dois aeronaves Hércules C-130 com equipamentos para lançamento de dispersantes fazem parte do inventário de equipamentos desta empresa, aviões do tipo bandeirantes para serviços de vigilância e prevenção, além de 100 técnicos altamente especializados de prontidão 24 horas por dia.

8.7. Marine Spill Response Corporation (MSRC)

Marine Spill Response Corporation, foi fundada em 1990, exatamente após o acidente com o navio Exxon Valdez no Alasca, é a maior organização de prontidão e resposta dos Estados Unidos.

Assim como as outras organizações, não possui fins lucrativos e opera uma enorme rede de companhias prestadoras de serviços, além de embarcações dedicadas para atuações em derramamento de óleo, barcaças oceânicas, sistemas de recolhedores de óleo e outros equipamentos de resposta.

A atuação da MSRC é grande, atua na costa leste e oeste americana, Golfo do México e arquipélago havaiano.

Fundada pela *Marine Preservation Association*, tem a missão de dar suporte as indústrias de petróleo e gás que possam vir a ter problemas relacionados a acidentes ambientais nestas regiões.

8.8. Norwegian Clean Seas Association for Operation Companies – NOFO

NOFO é uma organização de resposta a acidentes ambientais estabelecida pelas companhias de petróleo que operam em águas norueguesas, com o objetivo de manter o estado da arte em questões de monitoramento e proteção ambiental. A organização assegura para que todas as suas recomendações sejam cumpridas, sempre trabalhando em conjunto com as empresas.

A NOFO mantém um sistema de prontidão e alerta para ações de contingência, isto inclui entre outras coisas a administração de pesquisas e desenvolvimento, compras e aluguel de equipamentos, manutenções e uma melhoria continua em pesquisas de planos de emergência, equipamentos de contenção e recolhimento de óleo, administrando e mantendo acordos que asseguram um excelente estado de prontidão e resposta. Dentro deste estado permanente, possui quatro embarcações dedicadas de recolhimento de óleo no Mar do Norte, cinco bases de equipamentos e pessoal, e 21 embarcações num pool que envolve todas as empresas que operam no mar do norte.

8.9. Centros de Defesa Ambiental (CDAs)

A partir do ano de 2001, quando a Petrobras foi acometida por dois grandes acidentes ambientais: o rompimento do duto que ligava o Terminal da Ilha D'água a Refinaria Duque de Caxias, na Baía de Guanabara e o rompimento de outro duto na

Refinaria do Paraná, a Petrobras instalou no país 10 Centros de Defesa Ambiental (CDAs), cujo objetivo é de assegurar a máxima proteção às suas unidades operacionais em caso de emergência.

Seguindo os mais modernos padrões internacionais e localizados em pontos estratégicos onde a companhia realiza suas operações, os CDAs cumprem hoje uma função de apoio operacional e logístico, ou seja, completam os planos de emergência locais, que são baseados em várias hipóteses acidentais já existentes nos seus terminais, refinarias, plataformas e embarcações a serviço da Petrobras.

Cada um dos 10 Centros de Defesa Ambiental está equipado com lanchas, embarcações, equipamentos recolhedores de óleo de alta e média vazão, barreiras de contenção e absorção, além de equipamentos de comunicação e veículos que podem rapidamente ser deslocados de forma rodoviária ou aérea para combate a emergências em qualquer lugar do país.

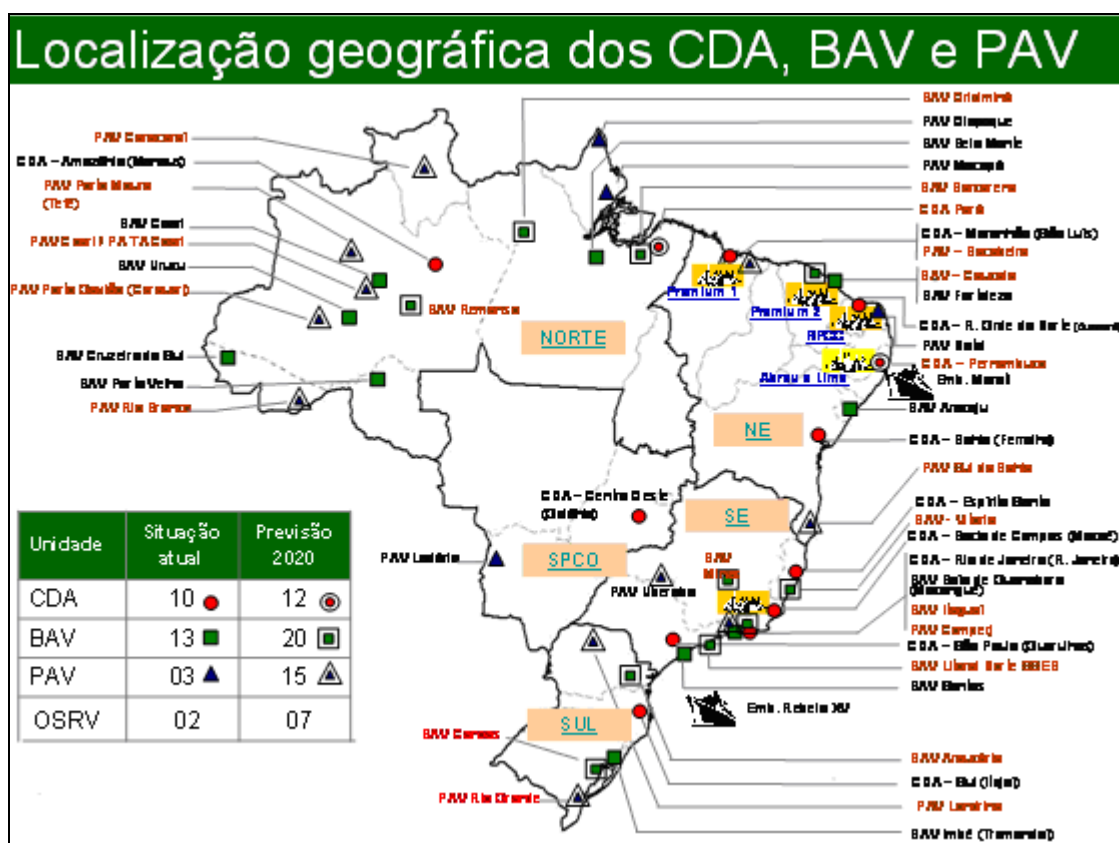


Figura 27: CDAs, Bases Avançadas e Postos dedicados operados pela Petrobras.

Cada Centro de Defesa Ambiental conta hoje com cerca de 20 operadores especializados em operações de emergência (combate a poluição por óleo), todos a postos 24 horas por dia, sendo estes profissionais treinados e possuidores de certificação internacional que realizam regularmente treinamentos e simulados para garantir ao sistema uma máxima proteção.

Com o aumento da produção brasileira de petróleo, a construção de 05 novas refinarias e a renovação e aumento da Frota Nacional de Petroleiros se fazem também necessário o aumento de bases e postos de defesa ambiental, de forma a manutenção de um estado de prontidão, alerta e resposta. Desta forma esta previsto no Planejamento Estratégico de 2020, quarenta e sete unidades, estrategicamente distribuídas ao longo da costa brasileira e no interior do país.

Assim sendo, em caso de emergência de maior porte, os recursos das unidades mais próximas e dos CDAs são acionados para aumentar ainda mais a capacidade de resposta do sistema. Caso seja necessário, podem também ser utilizados recursos da *Oil Spill Response Limited (OSRL)* e da *Clean Caribbean & Américas (CCA)*, duas das maiores Organizações de Resposta a derrames de óleo do mundo, localizada na cidade de *Fort Lauderdale* nos EUA e *Southampton* no Reino Unido, ambas possuidoras de uma vasta experiência em atendimentos internacionais, da qual a Petrobras é Membro Associado, podendo assim ter acesso aos seus recursos humanos e materiais.

O capítulo 8 considerou, por meio de revisão bibliográfica e documental, o levantamento e a descrição das principais organizações mundiais de resposta ao combate de derramamento de óleo no mar distribuídas estrategicamente pelos cinco continentes, suas respectivas estruturas de resposta, e como a maior empresa de energia do país esta preparada para atender a possíveis acidentes envolvendo vazamento de óleo.

No capítulo 9 serão tratadas as principais iniciativas globais para prevenção e combate a poluição por óleo. A partir da apresentação da Organização Marítima Internacional e da IPIECA, será mostrado como são desenvolvidos vários trabalhos suportados pelos consultores técnicos da indústria do petróleo na promoção das melhores práticas internacionais. Será demonstrado também como é realizado este suporte para as empresas e até mesmo governos de diversos países em desenvolvimento, no que se refere à prevenção de acidentes.

CAPÍTULO 9. INICIATIVA GLOBAL PARA PREVENÇÃO DE POLUIÇÃO POR ÓLEO

9.1. Ações Globais da Associação Internacional das Indústrias de Petróleo e Gás voltadas às questões ambientais e sociais (IPIECA)

Com sede na cidade de Londres, a Associação Internacional das Indústrias de Petróleo e Gás (IPIECA), iniciou suas atividades em 1974, logo após a criação do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas. As indústrias associadas à IPIECA, hoje responsáveis por mais de 60% da produção mundial de petróleo e gás no mundo.

Desta forma, a IPIECA desenvolve vários trabalhos, suportados pelos Consultores Técnicos da Indústria do Petróleo, promovendo as melhores práticas internacionais, dando suporte a empresas e até mesmo governos, no que se refere a acidentes provocados por vazamentos de óleo.

O *Oil Spill Working Group (OSWG)* é um grupo formado pelos especialistas em combate a poluição por hidrocarboneto das maiores e mais conceituadas empresas de petróleo, que se reúnem pelo menos 3 vezes ao ano e são discutidas melhorias no que se refere à prontidão, preparação e resposta, através de exercícios simulados e treinamentos.

9.2. Interfaces entre a Organização Marítima Internacional e a IPIECA.

Em 1996, foi iniciada uma parceria, que este ano completou 15 anos entre a IPIECA e a Organização Marítima Internacional com o intuito de representar os interesses das indústrias de petróleo e gás natural das mais de 170 nações que fazem parte da IMO.

Trabalhando e desenvolvendo a capacidade de resposta para acidentes ambientais marinhos, desta parceria foi criado a Iniciativa Global, conhecida mundialmente como (GI) *Global Initiative*.

A ideia é que países em desenvolvimento tenham apoio em suas estruturas para que possam ter capacidade e prontidão de resposta a grandes acidentes, e também apoiar no que for necessário, para que estes países sejam signatários das principais convenções internacionais.

A prevenção de acidentes, principalmente aqueles relacionados à poluição por óleo, são extremamente importantes e vitais para a indústria do petróleo e governos, porém, trata-se de uma atividade de risco, onde acidentes podem acontecer.

Embora a indústria de petróleo e gás trabalhe arduamente nesta prevenção, ela também deve estar preparada para atender de forma rápida e eficaz a situações de emergência, tendo seus planos de contingência elaborados e aprovados para atender os mais variados tipos de acidentes, levando em consideração diversas geografias e climas, assim como as diferentes sensibilidades e dificuldades locais.

Nos últimos anos muitos fatores contribuíram para um maior risco das atividades, como o aumento mundial da navegação e principalmente o rápido crescimento das atividades de exploração e produção, nas mais remotas e sensíveis áreas, isto fica bem evidente, principalmente aqui no Brasil, não só com a exploração da área do pré-sal, mas as novas explorações na margem equatorial, onde explorações estão mais próximas da costa no litoral norte brasileiro.

Hoje o GI, representado pela IMO e pela IPIECA, atua em todos os continentes, facilitando a cooperação internacional entre os governos e as indústrias de petróleo, principalmente nos países em desenvolvimento, de forma a garantir uma boa estrutura de resposta nestas regiões e países.

9.3. Mar Cáspio, Mar Negro e Eurásia Central (OSPRI).

A partir dos anos 90, o Mar Cáspio, Mar Negro e a Eurásia Central, passaram a ser uma das mais importantes fontes de exploração e produção de petróleo do mundo. Isto fez com que a região tivesse aumentado a movimentação de navios petroleiros naquela região.

Um grupo de 12 empresas da indústria do petróleo apóiam com cerca de US\$ 320.000 anuais. Com este apoio, em menos de 10 anos 8 de 10 países desenvolveram e revisaram seus planos nacionais de contingência.

A iniciativa do GI naquela região se mostrou bastante atuante, implementando as melhores práticas e suporte técnico

9.4. Mar Mediterrâneo (MOIG).

Criado em 2004, o Grupo das Indústrias de Petróleo (MOIG) conta hoje com 24 empresas associadas e provedores comerciais na região do Mar Mediterrâneo. Este

grupo funciona como um fórum das indústrias de preparo, prevenção e resposta a combate a poluição.

9.5. Programa de Combate a poluição na África (WACAF).

Este projeto teve início no ano de 2006 na cidade de Libreville, Gabão. Nesta região, com a iniciativa da IMO e da IPIECA e mais oito empresas de petróleo (*British Petroleum, Exxon Mobil, Chevron, Marathon, Perenco, Shell e Total*). Esta iniciativa ajudou a fortalecer a capacidade de resposta nacional de 22 países na costa Oeste, Central e Sudeste da África.

O principal objetivo deste programa é fazer com que um sistema de gerenciamento com metas, aumente e melhore a capacidade de resposta de resposta destes países, como promover a ratificação de relevantes convenções internacionais, fazer com que todos os países possuam um plano nacional de contingência, designar autoridades com poder de mando e resposta para grandes acidentes, promover a troca de experiência e ajuda mútua em caso de acidente, realizar exercícios e simulados de emergência e desenvolver planos de emergências nacionais. Este programa conta com um suporte de US\$ 650.000 anuais

9.6. Sudeste e Noroeste da Ásia.

A região sudeste da Ásia permanece sendo uma região de grande potencial de risco, devido ao grande número de embarcações que trafegam na região e as novas atividades de produção e exploração. O número de grandes acidentes permanece constante, embora nas outras regiões do planeta ele viesse a cair. Um esforço muito grande tem sido feito na região.

Depois dos Estados Unidos da América, China e Japão, são os maiores consumidores de petróleo do mundo, fazendo com que esta região da Ásia tivesse um aumento considerável na movimentação de navios, passando das 200 milhões de toneladas anuais, aumentando o risco de acidentes e conseqüentemente de vazamento de óleo na região.

Várias iniciativas estão sendo desenvolvidas, entre elas um grande centro regional de preparo e resposta a acidentes marítimos (MERRAC), uma colaboração de países como Japão, China, Rússia e Coreia do Sul.

9.7. América Latina e Caribe (ARPEL)

A Associação Regional das Empresas do setor Petróleo, Gás e Bicompostíveis da América Latina e Caribe, têm o objetivo de promover e contribuir para o crescimento e a integração da indústria do petróleo, e também promover o desenvolvimento sustentável de energia.

Fundada na metade dos anos 60, assim como a IPIECA, a ARPEL também usufrui de assento especial no conselho da Organização Marítima Internacional. Seus membros representam quase 100% das atividades da região da América Latina e Caribe, incluindo as empresas de petróleo, energia, tecnologia e de bens e serviços.

Além de fomentar a cooperação com várias associações e instituições do setor, tanto governamentais e não-governamentais. A ARPEL possui parcerias para treinamento e aperfeiçoamento de profissionais com diversos centros de ensino especializados, oferecendo ajuda financeira e técnica. Entre alguns destes centros, destacam-se no Brasil o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocompostíveis (IBP) e a Fundação Getúlio Vargas, e entre outras instituições internacionais a *Clean Caribbean & Americas* e a Organização Internacional dos Produtores de Petróleo e Gás (OGP).

Com 33 instituições afiliadas trabalhando para facilitar uma melhor integração e desenvolvimento da indústria, sempre focando questões ambientais e sociais por meio de seus comitês técnicos, que são todos formados por profissionais especialistas das empresas e instituições afiliadas.

Nos mais diferentes fóruns, são discutidos assuntos relacionados à exploração e produção, dutos e terminais marítimos e terrestres, refino e combustíveis, mudanças climáticas e eficiência energética, responsabilidade social e apoio a gestão.

9.8. Associação Internacional Armadores de Navios Petroleiros (ITOPF).

A Associação Internacional de Armadores de Navios Petroleiros (ITOPF) é mais uma organização sem fins lucrativos, que trabalha diretamente para os armadores de navios e seguradoras, apoiando através dos mais competentes consultores internacionais, os diversos tipos de derrames envolvendo os mais variados tipos de hidrocarbonetos e substâncias nocivas e perigosas.

Com sede na cidade de Londres, a ITOPF foi criada após o primeiro grande acidente ocorrido na indústria do petróleo no Canal da Mancha, envolvendo o navio *Torrey Canyon*, onde após um encalhe, cerca de 120.000 m³ de petróleo bruto vazaram

próximo a localidade de *Lands End*, na Inglaterra, provocando um dano ecológico de aproximadamente 10 anos para ser totalmente recuperado, como não havia métodos eficazes na época para atendimento a resposta, fez-se uso de dispersantes altamente tóxicos, o que fez surgir os diversos problemas relativos a esta técnica e a partir de então se verificou a necessidade de equipamentos e pessoas especializadas em combate a poluição e também a criação das Convenções Internacionais relativas à responsabilidade civil e Convenções do Fundo.

Atualmente a ITOPF tem sob a sua administração mais de 6.000 membros, que possuem ou operam cerca de 11.000 navios petroleiros, minero-petroleiros e barças, somando mais de 320 milhões de toneladas de porte bruto. O que representa praticamente todo o universo do transporte comercial internacional de petróleo e derivados.

Neste capítulo foram retratadas as principais iniciativas globais para prevenção e combate a poluição por óleo. A partir da apresentação da Organização Marítima Mundial e da IPIECA, foi mostrado como são desenvolvidos vários trabalhos suportados pelos consultores técnicos da indústria do petróleo na promoção das melhores práticas internacionais para prevenção de acidentes.

No capítulo 10 serão apresentadas as considerações finais e conclusões desta dissertação.

CAPÍTULO 10. CONCLUSÃO

Por conta dos mais diversos efeitos da poluição verificados no planeta desde a revolução industrial, a busca por matrizes energéticas menos poluentes permanece nos dias de hoje como um dos maiores desafios da humanidade.

Até que novas tecnologias associadas à energia mais limpa estejam consolidadas tecnicamente e viabilizadas de forma a poderem ser amplamente utilizadas pelo meio industrial, o mundo permanecerá muito fortemente ligado à necessidade da utilização dos combustíveis fósseis e, visando à sustentabilidade, deverá verificar as possibilidades de dispor desta fonte de energia minimizando ao máximo possível seus efeitos poluidores.

Ao longo do presente trabalho – considerando um cenário possível de poluição do mar por derivados de petróleo, tanto por conta da grande movimentação de hidrocarbonetos através do seu principal modal que é transporte marítimo, com navios petroleiros cada vez mais sofisticados e maiores, como por conta da intensa exploração e produção de petróleo por meio de plataformas marítimas em profundidades e distâncias cada vez mais desafiadoras, como é a atual perspectiva brasileira – foram apresentadas as principais estratégias e técnicas de resposta e mitigação dos efeitos de vazamentos de petróleo e seus derivados.

Foram também apresentados os principais estágios de remoção e limpeza na linha da costa, os equipamentos de contenção e recolhimento, as principais organizações internacionais de resposta a vazamento de óleo, as convenções internacionais que tratam sobre este tema, assim como as associações regionais constituídas entre países de uma mesma região com a busca de uma melhor capacidade de resposta entre eles.

Pretendeu-se mostrar como o mundo vem trabalhando para garantir a continuidade da exploração dos combustíveis fósseis minimizando ao máximo algumas das consequências adversas resultantes deste processo.

No pico do acidente da plataforma Deepwater Horizon observou-se a atuação de 48 mil pessoas, a mobilização de cerca de 6000 embarcações (vale lembrar que no desembarque das tropas aliadas na Normandia, na Segunda Grande Guerra mundial, foram utilizadas em torno de 5000 embarcações), a realização de vôos diários de reconhecimento, observação, apoio, logística e lançamento de dispersantes por aproximadamente 100 diferentes tipos de aeronaves, caracterizaram uma verdadeira

operação de guerra, onde 87 dias de combate foram gastos somente para o fechamento do poço. (Deepwater Horizon Containment and Response; British Petroleum, 2010)

Apesar de este acidente ter ocorrido na mais desenvolvida e poderosa nação do mundo, se fez necessária a ajuda de outros 19 países, entre eles, de forma destacada, o Brasil, com o empréstimo de equipamentos e envio de especialistas.

Esta operação mostrou ao mundo, o quanto se faz necessário ter um plano de resposta a acidentes aprovado, com proposta de diretrizes, programas bem planejados e estabelecidos, estruturado e com realizações de grandes exercícios simulados com a participação de entidades externas a nível nacional e internacional, que seja obrigatório para todas as empresas de petróleo que atuam em áreas jurisdicionais brasileiras.

Vale ressaltar também que a utilização da técnica de queima *in situ*, foi considerada por todos como uma ferramenta de resultados expressivos, uma vez que eliminou do meio ambiente uma quantidade bem maior de óleo quando comparada com as tão utilizadas e conhecidas técnicas de contenção e recolhimento.

Diferentemente do que é feito no mundo, e do que está previsto nas legislações dos principais países que produzem ou movimentam grandes quantidades de petróleo, as agências reguladoras/fiscalizadoras das atividades marítimas de exploração e produção de petróleo do Brasil, estabelecem a necessidade da elaboração de Planos de Emergência Individuais (PEI) onde deve constar a previsão de atendimento e recolhimento de óleo para as primeiras 60 horas de vazamento, além da permanência de embarcações dedicadas para cada empreendimento licenciado.

A partir do que foi observado nos modelos governamentais de resposta dos países visitados, o modelo atual brasileiro não parece ser o que apresentará uma maior efetividade de atendimento a um evento de grande magnitude caso ele ocorra.

Como contraponto, pode-se citar que no Golfo do México onde atualmente existem mais de 3000 poços de exploração de petróleo em atividade, não está previsto legalmente e não existe sequer uma única embarcação dedicada e exclusiva para o atendimento a um eventual vazamento de óleo no mar.

Os principais modelos de resposta mundiais, assim como o que é utilizado pelos Estados Unidos no Golfo do México, prevêem um plano nacional de contingências com previsão orçamentária definida, um fundo nacional suportado pelas empresas de petróleo, a organização da estrutura de resposta a ser utilizada, bem como a definição das competências de cada órgão envolvido, em diferentes níveis de atuação, como por exemplo, os níveis Nacional, Regional e Local, dentre outros possíveis.

Para atendimento a estes modelos, a grande maioria das empresas de petróleo do mundo se vale da contratação das associações de resposta como as apresentadas nesta dissertação – associações essas que trabalham com o compartilhamento de recursos entre si e entre seus diferentes associados nos casos de ocorrência de acidentes ambientais, ao contrário da legislação brasileira que atualmente não permite que este tipo de contratação seja a única previsão de recursos a ser utilizada.

A experiência observada nos modelos internacionais de atendimento mostra o quanto se faz necessário ter um plano nacional de resposta a acidentes devidamente aprovado, com proposta de diretrizes, programas bem planejados e estabelecidos, que esteja bem estruturado, que preveja a realização de grandes exercícios simulados – com a participação de entidades externas a nível nacional e internacional –, e que seja obrigatório para todas as empresas de petróleo que atuam em áreas jurisdicionais brasileiras.

O grande acidente ocorrido no Campo de Macondo, no Golfo do México, em abril de 2010, provocou a morte de onze pessoas com a explosão e afundamento da plataforma Deepwater Horizon, e passou a ser o maior desastre ambiental em termos de volume ocorrido no mundo – quase cinco milhões de barris derramados –, mexendo de forma profunda, não só financeiramente, mas também com a imagem de uma das maiores empresas de energia do mundo, a British Petroleum.

Assim como aconteceu com a Exxon, há 23 anos por ocasião do encalhe e vazamento com o navio Exxon Valdez, no Alasca, este acidente provocou e vem provocando de uma forma rápida, uma mudança nos padrões de segurança, análise de riscos e gerenciamento de processo na indústria do petróleo a níveis mundiais.

Por maior que seja o poder econômico das atuais grandes empresas de energia, é fundamental a presença e o apoio de entidades do Governo Federal em caso da ocorrência no Brasil de um acidente similar ao observado no Campo de Macondo, quais sejam: Ministério da Defesa representado através das forças armadas: Marinha, Exército e Força Aérea Brasileira; Ministério das Minas e Energia; Ministério do Meio Ambiente, e de instituições reguladoras / fiscalizadoras como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e B combustíveis (ANP), a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), o Instituto Brasileiro do Petróleo, Gás e B combustíveis (IBP) e a Diretoria de Portos e Costas (DPC) – braço especializado da Marinha do Brasil para

assuntos relacionados à segurança da navegação e também para a prevenção da poluição por óleo no mar.

Um grande número de países, principalmente os mais desenvolvidos, possui uma estrutura que o Brasil vem a alguns anos tentando implementar, que é o Plano Nacional de Contingência (PNC). Este plano é um requisito obrigatório para os países signatários da Organização Marítima Internacional que assinaram a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação, conhecida como OPRC-90 – e o Brasil passou a ser signatário desta convenção no ano de 1995. Essa Convenção além de prever a obrigação dos estados de cooperar entre si em caso de sinistro, incentiva a troca de informações, resultados de pesquisa, e assistência e apoio em eventos emergenciais de grande magnitude.

Assim sendo, é fundamental que se regulamente o mais rápido possível, não só este Plano Nacional aprovado pela autoridade governamental competente, mas, acima de tudo, bem assimilado e com um grande envolvimento e comprometimento das entidades citadas anteriormente, além de contar com o suporte de outras entidades como a Casa Civil da Presidência da República, o Gabinete de Segurança Institucional, a Secretaria da Receita Federal – esta para possibilitar a entrada de equipamentos vindos de outros países e até mesmo de outros estados em caráter emergencial, a Polícia Federal – facilitando a entrada de especialistas, técnicos e consultores internacionais, e evitando episódios como o ocorrido no último acidente na Campo de Frade, na Bacia de Campos, onde alguns consultores especializados tiveram dificuldades para entrar no Brasil, e outros foram obrigados a sair às pressas pelo fato de não estarem devidamente autorizados para atuar na emergência.

Dentre as várias empresas internacionais que operam no país, uma grande maioria não apresenta uma vasta quantidade de recursos locais, fazendo valer os contratos internacionais de atendimento à resposta citados nesta dissertação.

Analisando a maior empresa do país, a Petrobras vem ao longo dos últimos dez anos, investindo maciçamente em uma estrutura de resposta a emergências que difere das demais empresas de petróleo do mundo, basicamente por conta de uma série de grandes acidentes ocorridos no início dos anos 2000, como o rompimento do duto que ligava o Terminal da Ilha D'água à Refinaria Duque de Caxias causando o vazamento de aproximadamente 1.200 m³ na Baía de Guanabara, o acidente na Refinaria Getúlio Vargas no Paraná, onde mais de 2000 m³ vazaram atingindo o leito do Rio Iguaçu (vale lembrar que estes acidentes ocorreram num intervalo menor que seis meses), e o

afundamento da Plataforma P-36, na época a maior plataforma de produção do mundo no início do ano seguinte. A Empresa passou a investir fortemente em uma estrutura de resposta a nível nacional, com a construção de Centros de Defesa Ambiental, Bases e postos avançados, distribuídos estrategicamente tanto ao longo da costa brasileira, onde se encontram suas principais refinarias e terminais marítimos, como no interior do país onde ela possui uma imensa malha dutoviária.

Além de planos em níveis locais, regionais e corporativos, o acidente ocorrido no Golfo do México mostrou ao mundo a necessidade de acordos de cooperação internacional para apoio mútuo a grandes acidentes envolvendo vazamentos de óleo. Esta análise fez com que a Petrobras assinasse um acordo com uma das maiores empresas especializadas em resposta a acidentes do mundo, a Oil Spill Response Limited, sediada no Reino Unido. Vigente a partir deste ano, o acordo permitirá que, em caso de uma emergência de grande porte, a Petrobras possa além dos seus recursos pessoais e materiais, contar com a experiência da Oil Spill Response em qualquer uma de suas Unidades Operacionais no Brasil e empresas de sua Área Internacional, em todo o mundo.

Este acordo além de aumentar a capacidade de resposta, possibilitará também à troca de experiências entre a Petrobras e aquela organização, nas fases de planejamento, logística, treinamentos e resposta a vazamentos, bem como consolidar conceitos mais atuais no tocante às novas tecnologias e estratégias de resposta já citadas, como a utilização de dispersantes químicos e a queima “in situ”. Tal acordo possibilitará também uma otimização no uso e compartilhamento de recursos, esperando-se com isso uma maior integração e racionalização no uso dos recursos e custos, e sobretudo, uma maior eficiência e eficácia nas respostas a grandes desastres.

Portanto, é fundamental um rápido aprimoramento da capacidade de prontidão e resposta a nível regional e nacional nessa atual fase de desenvolvimento de novas descobertas na plataforma continental brasileira, onde empresas de todo o mundo estão vindo e investindo no Brasil com o advento do Pré-Sal. Ao longo dos próximos sete anos o país deverá passar de uma produção, hoje em torno de 2,2 milhões de barris para aproximadamente 6 milhões de barris de petróleo, o que projetará o nosso país ao patamar dos maiores produtores mundiais.

O advento do Pré-Sal aumentará demasiadamente o transporte de petróleo pelo mar, uma vez que, devido às grandes distâncias das unidades de produção até a costa, é inviável a utilização de oleodutos. Isto acarretará também um aumento da capacidade de

refino e da movimentação de cargas potencialmente poluidoras pelo país tendo em vista as dimensões continentais de nosso território.

Vale ressaltar que mais de 90% desta produção ocorrerá em águas profundas bem afastadas do litoral brasileiro, o que dificulta sobremaneira as ações logísticas de atendimento em caso de ocorrência de sinistros.

Levando-se em consideração os desafios advindos da exploração em grandes profundidades, a longa distância da costa, e as dificuldades logísticas destas operações – tanto nos processos de produção como nos de apoio –, verificar também o quanto é importante o envolvimento das universidades brasileiras, não só na formação acadêmica específica de novos profissionais voltados para estas questões associadas ao Pré-Sal, mas também no seu envolvimento nas questões relacionadas às técnicas aqui mostradas, no desenvolvimento de novos equipamentos de contenção e recolhimento, e, principalmente, no desenvolvimento de pesquisas associadas às técnicas de utilização de dispersantes químicos e da queima *in situ* e seus efeitos para o meio ambiente aquático. Foi observado que hoje em dia não há um envolvimento da Academia nestas questões, o que é imprescindível, uma vez que o país é pioneiro na exploração da camada pré-sal, e ainda não existe no país um histórico de acidentes ambientais de grandes proporções.

Os últimos acidentes ocorridos no Campo de Macondo e no Campo de Frade na Bacia de Campos, e suas repercussões na mídia, mostraram que essa atividade de risco deve ser permanentemente controlada. Políticas firmes, bem conduzidas e alinhadas nas esferas federais, estaduais e municipais são condições *sine qua non* para que as empresas que exercem as atividades de exploração, produção e movimentação de petróleo no Brasil tenham em mente que não se permite erros ou falhas, por menores que sejam.

Percebe-se ainda que, como continuidade ao estabelecimento de um Plano Nacional de Contingência, deverá ser estabelecido um Centro de Operações e Controle de Resposta nacional, de forma a apoiar, acompanhar e deliberar, as ações a serem tomadas, com respaldo a nível nacional, determinando as técnicas que devam ou não ser utilizadas durante as operações de emergência.

O Brasil, como um país soberano e democrático, signatário das principais convenções da Organização Marítima Internacional, não só tem a obrigação, mas também o dever da proteção do seu mar territorial, fazendo com que sejam cumpridas todas as leis e normas, mas também, deve estar preparado para apoiar e atender a grandes emergências em águas sob jurisdição nacional. Desta forma, somente com um

Plano Nacional de Contingência estruturado e com o comprometimento por parte de todos os envolvidos, será possível o país atender a grandes catástrofes, incluindo aí até mesmo as que não sejam de vazamento de óleo.

Uma autoridade competente deverá ser designada formalmente de forma a responder pelo comando nacional das ações de resposta a grandes acidentes ambientais marítimos. Hoje, pode-se afirmar que a Marinha do Brasil por conta da sua estrutura e autoridade, seria a instituição mais bem preparada e capacitada para assumir esta função.

Por fim, uma busca constante de padrões internacionais de excelência em Segurança, Meio Ambiente e Saúde deva ser acima de tudo um valor e que as situações de emergência devem estar previstas e enfrentadas com rapidez e eficácia visando à máxima redução de seus efeitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERIAL OBSERVATION OF OIL POLLUTION AT SEA – An Operational Guide – IPIECA – IMO – OGP – London 2011 – 60p.

ALASKA CLEAN SEAS – North Slope Spill Response 2011 – Prhroude Bay – 2011 - 42p.

ALLEN, ALLAN. – Offshore Oil Spill Response System Performance – IOSC Course – Portland – Oregon – Março 2011 – 87 p.

ALLEN, ALLAN. – Controlled Offshore Burning of Oil Spill – Clean Gulf Conference – Tampa – Florida – 2010 – 64 p.

ARROIO, L. A. Estratégias de resposta para vazamentos de óleo em corpos hídricos: Avaliação de derramamento. Seção 2. Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ: Rio de Janeiro 2008 . 40p.

CALIXTO, R. J. Incidentes marítimos: história, direito marítimo e perspectivas num mundo em reforma da ordem internacional. Aduaneiras: São Paulo, 2004. 327p.

CANTAGALLO, C.; MILANELLI, J. C. C.; DIAS-BRITO, D. Limpeza de ambientes costeiros brasileiros contaminados por petróleo: uma revisão. Pan-American Journal of Aquatic Sciences (2007) 2 (1): 1-12p.

CARDOSO, A.M, Garcia, Silva, H.V.O; La Rovere, E. L; Souza Filho, A.M; Bastos,L.A.P – “Sistemas de Informações sobre incidentes de Poluição por Óleo nas Águas Brasileiras: Elaboração de um Quadro de referência” Setembro de 2006.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Vazamentos de Óleo. - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (2007).

CLC CONVENTION - International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, 1992: Texts of Conventions on Liability and Compensation for Oil Pollution Damage. International Marine Organization: London, 1996.112p.

COLLYER, W. O. Lei dos Portos: o conselho de autoridade portuária e a busca da eficiência. São Paulo: Lex, 2008. 209 p.

CUNHA, G. R. B. Metodologia de Incident Command System – ICS aplicada ao atendimento a emergências ambientais envolvendo petróleo e derivados COPPE/UFRJ: Rio de Janeiro, 2008. Dissertação MBE. 94p.

DEEPWATER HORIZON CONTAINMENT AND RESPONSE – Harnessing Capabilities and Lesson Learned – London - Setembro 2010 – 72 p.

ETKIN, D.S. Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar. Factors in the Dispersant Use Decision-Making Process: Historical Overview and Look to the Future. Oil Spill Intelligence Report: USA, Massachusetts, 1998. p. 281-304.

EXXONMOBIL.- ExxonMobil Dispersant Guideline. ExxonMobil research and Engineering Company – USA – 2000 – 144p.

FIGHTING POLLUTION – Preventing Pollution at Sea – London – 2005 – 34p.

FUND CONVENTION - International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND), 1971.

GLOBAL INDUSTRY RESPONSE GROUP – Oil Spill Response Report – Março 2011. 9p.

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. ACTION AGAINST OIL POLLUTION – AAOP. Londres, Reino Unido, 2005. CD-ROM.

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENT CONSERVATION ASSOCIATION AGAINST POLLUTION. Guidelines on Biological Impacts of Oil Pollution. IPIECA Report Series Vol. 1. Londres, 2010(a). 20 p.

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENT CONSERVATION ASSOCIATION AGAINST POLLUTION. A Guide to Contingency Planning for Oil Spill on Water. IPIECA Report Series Vol. 2. Ed. 2°. Londres: Março, 2010(b). 28p.

INTERNATIONAL RECOMMENDATIONS ON WELL INCIDENT PREVENTION, INTERVENTION AND RESPONSE – Global Industry Response – OGP – London 2011. 12p.

IOPC FUND – International Oil Pollution Compensation Funds. Report on the activities of the International Oil Pollution Compensation Funds in 2007. Annual Report 2007. Londres, Reino Unido. 194p.

IPIECA - International Petroleum Industry Environment Conservation Association Against Pollution – A Guide the Intergovernmental and Industry Organizations Involved in the Prevention and Mitigation of Oil Pollution in the Marine Environment. Londres, Reino Unido, 2010. 24p.

IPIECA/ITOPF - The Use of International Oil Industry Spill Response Resource: 3 Tier Centres. A joint briefing paper. Londres: Abril, 1999. 9p.

ISM CODE - International Safety Management Code and Revised Guidelines on Implementation of the ISM Code. International Marine Organization: Londres, Reino Unido, 2002. Ed. 2º. 39 p.

ITOPF – The International Tankers Owners Pollution Federation Limited. Aerial observation of oil. Technical Information Paper, 2010. Londres: Reino Unido. 8p.

LISBÔA BRANDÃO, M.V - Prevenção e Medidas de Controle da Poluição – Universidade Petrobras , 2010 . 156p

LISBÔA BRANDÃO, M. V. Plano de Ação de Emergência e Contingência Onshore/ Offshore na Indústria do Petróleo: Vazamentos de óleo, estratégias e técnicas de combate a poluição – poluição e acidentes no meio hídrico. UFRJ/COPPE/MBE. PETROBRAS/ SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde: Rio de Janeiro, 2008

LISBÔA BRANDÃO, M. V.; YOGUI, R. Plano de Emergência Individual. Petróleo Brasileiro - S/A. PETROBRAS. Gerência Corporativa de Segurança Meio Ambiente e Saúde. Petrobras: Rio de Janeiro, 2007. 58p.

MANUAL ON OIL POLLUTION – Section II: Contingency Planning. International Marine Organization: Londres, 1995 Edition. 65p.

MARINE SPILL RESPONSE CORPORATION – MSRC – Herndon – Virginia – USA

MARPOL –. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (1973/78). Consolidated Edition 2006. International Marine Organization: Londres, 2006. 488p.

MARQUES JR, A. N. et al. Poluição Marinha. In: SOARES-GOMES, A.; PEREIRA, R.C. (organizadores). Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. Cap. 14, p. 311-334.

MILARÉ, EDÍS . Direito do Ambiente – A gestão Ambiental em Foco – Doutrina, Jurisprudência – Glossário – 6 Edição

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Relatório sobre o impacto ambiental causado pelo derramamento de óleo na Baía de Guanabara. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 2001. 57p.

NORWEGIAN OIL SPILL CONTROL ASSOCIATION – NOSCA – Horten – Norway – 2011 – 15p.

OIL SPILL COMPENSATION – A guide to the International Conventions on Liability and Compensation for oil Pollution Damages. A joint ITOPF/IPIECA publication. Londres: Fevereiro, 2004. 21p.

OIL SPILL LIABILITY TRUST FUND FOR OIL SPILL – OSLTF – National Pollution Fund Center – U.S.Coast Guard – January 2006 – 12p.

OIL SPILL PREPAREDNESS AND RESPONSE – Report Series Summary – 1990 - 2008 – IPIECA – 2008 – 42p.

OPRC CONVENTION: International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990, including final act of Conference and Attachment (Resolutions 1 to 10). International Marine Organization: Londres, 1991. 39p.

PAIVA VIEIRA, T.M Proposta de Indicadores de Sustentabilidade para o setor de distribuição de combustíveis: O Caso da Petrobras Distribuidora S/A – Universidade Federal Fluminense – 2005. 91p

POFFO, I. R. F. Vazamentos de óleo no litoral norte do estado de São Paulo – Análise Histórica (1974 – 1999) . Tese de Mestrado – Universidade de São Paulo: São Paulo, 2000.176 p.

SENSITIVITY MAPPING FOR OIL SPILL RESPONSE – IPIECA – IMO – OGP – London 2011 – 33p.

SOUZA FILHO, A. M. Planos nacionais de Contingência para atendimento a derramamento de óleo: Análise de países representativos das Américas para implantação no caso do Brasil. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. 217p.

THE GLOBAL INITIATIVE – Governments and Industry working together to enhance oil spill response – IPIECA – IMO – London 2011 -