

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE - EFOMM

TAWANA RABELLO DAS NEVES

POLUIÇÃO POR ÓLEO NO MAR

RIO DE JANEIRO

2015

TAWANA RABELLO DAS NEVES

POLUIÇÃO POR ÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Prof. Hermann Regazzi Gerk
Engenheiro Químico
Especialista em Mecânica dos Fluidos

RIO DE JANEIRO

2015

TAWANA RABELLO DAS NEVES

POLUIÇÃO POR ÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. Hermann Regazzi Gerke
Engenheiro Químico
Especialista em Mecânica dos Fluidos

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho as minhas campanhas de camarote da EFOMM, pelos incentivos e apoio durante o período de trabalho, pois sem os incentivos não haveria chegado até o final. À minha tia, Elisabete Passos, que sempre me ajudou em minha vida profissional e é uma pessoa bastante importante em minha vida. Em especial minha mãe, Tânia, que pode ao longo de minha trajetória me educar, ensinar e apoiar em todos momentos difíceis de minha vida. Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, o guia da minha vida.

A todos os professores, que se dedicaram a me ensinar e me instruir durante o período do curso.

Ao meu orientador, Prof. Hermann Regazzi Gerk, pela sua compreensão.

À minha família e aos meus amigos por todos os ensinamentos e experiência compartilhada durante o período.

*“Sucesso é ir de fracasso em fracasso
sem perder o entusiasmo.”*

(Wiston Churchill)

RESUMO

O uso da energia é indispensável para vida humana. Sendo assim, as atividades de exploração e produção de petróleo e gás na costa brasileira prometem aquecer a economia trazendo investimentos e gerando mais empregos na área de energia. Contudo, essas atividades causam impactos ambientais incalculáveis, tais como as “marés negras” que mesmo com toda tecnologia resultam em verdadeiras catástrofes e danos ao meio ambiente, sendo alguns destes danos irreparáveis. As poluições dos ambientes marinhos e costeiro por óleo têm preocupado ambientalistas do mundo inteiro sendo alvo de inúmeros debates. Medidas para prevenir acidentes e direcionar esforços para combater derrames de óleo a fim de minimizar os impactos causados são de extrema importância para proteger o ambiente e não causar conflitos entre os setores socioeconômicos. O presente estudo tem como o objetivo demonstrar os efeitos ocasionados pelo óleo no mar, apresentando características do material após o contato ao meio ambiente marinho, bem como os impactos ambientais causados pela indústria de exploração. Serão abordadas técnicas de limpeza envolvendo a legislação no âmbito nacional.

Palavras-chave: Poluição. Meio ambiente. Limpeza. Regulamento.

ABSTRACT

The use of energy is essential for human life. Thus, the exploration and production of oil and gas on the Brazilian coast promise to boost the economy bringing investment and creating jobs in the energy area. However, these activities cause untold environmental impacts, such as "oil slicks" that even with all the technology result in actual disasters and environmental damage, and some of these irreparable damage. The pollution of the marine and coastal environments have worried environmentalists for oil worldwide the target of numerous debates. Measures to prevent accidents and direct efforts to combat oil spills to minimize the impacts are extremely important to protect the environment and not cause conflicts between socioeconomic sectors. The present study is aimed to demonstrate the effects caused by the oil at sea, presenting material characteristics after exposure to the marine environment as well as the environmental impacts caused by the exploration industry. It will address cleaning techniques involving legislation nationally.

Keywords: Pollution. Environment. Clean-up. Regulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Números de grandes vazamentos (acima de 700 toneladas).	16
Figura 2 -	Quantidades de óleo derramado no mar, 1970-2011.	17
Figura 3 -	Causas de derramamentos intermediários (entre 7 e 700 toneladas).	18
Figura 4 -	Causas de derramamentos maiores que 700 toneladas.	18
Figura 5 -	Processo de intemperismo do óleo na água dos mar.	23
Figura 6 -	Espalhamento turbulento de óleo no mar.	25
Figura 7 -	Emulsão de óleo na água.	27
Figura 8 -	Emulsão de óleo na água.	27
Figura 9 -	Dano às aves marinhas que nadam e mergulham.	32
Figura 10 -	Destruição da fauna e da flora com elas em contato.	32
Figura 11 -	Animais que se afogam ou morrem por envenenamento.	33
Figura 12 -	Contaminação de um golfinho por óleo.	34
Figura 13 -	Contaminação de uma foca por óleo.	34
Figura 14 -	Manguezal em contato com petróleo.	35
Figura 15 -	Grande destruição da vida aquática.	35
Figura 16 -	Efeito do óleo na praia para o setor turístico.	36
Figura 17 -	Atividade de maricultura.	37
Figura 18 -	Tempo de ocorrência e importância relativa dos processos de intemperização.	38
Figura 19 -	Barreiras de contenção.	39
Figura 20 -	Barreiras de contenção.	39
Figura 21 -	Falhas de uma barreira de contenção.	40
Figura 22 -	Modos de configurar as barreiras em U ou V.	42
Figura 23 -	Modos de configurar as barreiras em U ou V.	42
Figura 24 -	Modos de configurar as barreiras em J.	42
Figura 25 -	Processo de limpeza do óleo com <i>skimmer</i> .	43
Figura 26 -	Processo de limpeza do óleo com <i>skimmer</i> .	43
Figura 27 -	Dispersão mecânica do petróleo no mar.	44
Figura 28 -	Sucesso da dispersão em laboratório.	47
Figura 29	Aplicação do dispersante no óleo.	49

Figura 30	Aplicação do dispersante no óleo.	49
Figura 31	Mecanismo de ação dos dispersantes.	49
Figura 32	Mecanismo de ação dos dispersantes.	50
Figura 33	Queima <i>in-situ</i> .	53
Figura 34	Uso do absorvente tipo manta.	54
Figura 35	Uso do absorvente tipo granulado.	54
Figura 36	Remoção manual do óleo.	55
Figura 37	Contenção e recolhimento do óleo.	56
Figura 38	Super-petroleiro se parte em dois.	60
Figura 39	Navio Erika.	61
Figura 40	Petroleiro Exxon Valdez	61
Figura 41	A explosão.	64
Figura 42	Dimensão geográfica do acidente na Bacia de Santos	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação dos tipos de óleo.	14
Tabela 2 -	Classificação dos hidrocarbonetos de acordo com peso molecular.	14
Tabela 3 -	Classificação dos óleos quanto sua persistência no meio ambiente.	20
Tabela 4 -	Características físicas do óleo.	20
Tabela 5 -	Comportamento do petróleo no mar	24
Tabela 6 -	Características estruturais das barreiras de contenção	41
Tabela 7 -	Máximo de ângulo da barreira em função da força da corrente	42
Tabela 8 -	Classificação dos tipos de dispersantes	48
Tabela 9 -	Condições limites para sistemas de aplicação de dispersantes	48
Tabela 10 -	Investigação do acidente	66

LISTA DE SIGLAS

CLC 69 -	<i>The 1969 International Convention on Civil Liability for oil Pollution Damage.</i>
CETESB -	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
FUND 71 -	<i>International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage, 1971.</i>
IMCO -	<i>International Safety Management Code.</i>
IMO -	<i>International Maritime Organization.</i>
ISM Code -	<i>International Safety Management Code.</i>
IТОPF -	<i>International Tankers Owners Pollution Federation.</i>
LDC 72 -	<i>Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter – The London Dumping Convention.</i>
MARPOL -	<i>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.</i>
MMA –	Ministério do Meio Ambiente.
NCR -	<i>National Research Council.</i>
OPRC 90 -	<i>International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation.</i>
SALVAGE 89 -	<i>International Convention on Salvage.</i>
SISCOM -	Sistema Compartilhado de informações ambientais.
SOLAS -	<i>International Convention for the Safety of Life at Sea.</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CARACTERÍSTICA DO PETRÓLEO E PROPRIEDADES	14
2.1	Panorama mundial	16
2.2	Aspectos físicos e químicos	19
2.3	Aspectos toxicológicos	21
2.4	Comportamento do petróleo no mar	22
2.4.1	Espelhamento	24
2.4.2	Evaporação	26
2.4.3	Dispersão	26
2.4.4	Emulsificação	27
2.4.5	Dissolução	28
2.4.6	Oxidação	28
2.4.7	Sedimentação	29
2.4.8	Biodegradação	29
3	EFEITOS DO PETRÓLEO SOBRE A BIOTA	31
3.1	Intensidade do impacto na vida marinha	31
3.2	Efeitos do impacto no setor sócio econômico	36
4	PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA – TÉCNICAS DE LIMPEZA	38
4.1	Contenção e recuperação do óleo flutuante no mar	39
4.1.1	Barreiras de contenção e <i>Skimmers</i>	39
4.1.2	Dispersão mecânica	44
4.1.3	Dispersantes químicos	45
4.1.4	Queima <i>in-situ</i>	52
4.2	Limpeza em ambientes costeiros	53
4.2.1	Absorventes	54
4.2.2	Remoção manual	55
4.2.3	Barreiras, esteiras recolhedoras, <i>skimmerse</i> bombeamento	55
4.2.4	Biodegradação/Biorremediação	56
5	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL NO AMBITO NACIONAL	57

6	MAIORES CATÁSTROFES OCORRIDAS NO MUNDO DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR OCASIONADOS POR NAVIOS	59
6.1	Torrey Canyon	59
6.2	Amoco Cadiz	59
6.3	Erika	60
6.4	Exxon Valdez	61
6.5	Deep Water Horizon	63
6.6	Campo de Frade	65
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	Anexo A – Leis, Decretos e Resoluções	72

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, derramamentos de óleo originados por incidentes no transporte marítimo têm demonstrado grande potencial poluidor. Várias convenções vêm sendo aplicadas com o objetivo de melhorar a qualidade das embarcações e instalações de perfuração resultando melhores condições de segurança para quem quer trabalhar no mar. A poluição causada pelo petróleo é muito tóxica para os animais marinhos e para as aves migratórias, além de prejudicar indiretamente a população que vive no litoral das áreas atingidas.

Esses derramamentos ocorrem por falhas estruturais dos equipamentos, falhas humanas na execução da operação e também pela pressão exercida no fundo do oceano que pode causar fissuras ou falhas no assoalho, escapando gás ou óleo. Em um desastre ambiental desse tipo são lançadas no mar quantidades enormes do produto, formando manchas que são espalhadas pelas correntes marítimas e pelas correntes de ar, causando efeito devastador em todo nosso ecossistema.

O elevado número de embarcações (pesqueiras industriais, artesanais, lazer, de carga, entre outras) que utilizam o oceano para navegação na zona costeira demonstra a importância econômica deste espaço para as mais diversas atividades setoriais que dependem dos meios de transporte para uma logística cada vez mais eficiente. No entanto, as atividades de navegação são potencialmente poluentes se forem consideradas as possibilidades de acidentes existentes, muitas vezes pela operação, manutenção e conservação inadequada das embarcações representando assim uma provável ameaça ao ambiente marinho e costeiro.

Este trabalho será estruturado em quatro capítulos, contendo no primeiro as propriedades do petróleo, bem como suas características após o contato com meio ambiente marinho. No segundo capítulo trata-se dos efeitos do produto sobre a biota. No terceiro, métodos de limpeza empregados no mar e na costa, bem como meios de contenção e métodos alternativos como a queima *in-situ*¹ que ainda não são aplicados no Brasil. No quarto e último capítulo devido à preocupação com a segurança do meio ambiente marinho, serão listadas as principais convenções e legislação no âmbito nacional existente que tratam desse assunto.

¹ Processo de queima do óleo em alto mar.

2 CARACTERÍSTICA DO PETRÓLEO E PROPRIEDADES

O óleo é uma mistura complexa envolvendo grande quantidade de substâncias químicas e são classificados conforme a Tabela 1. De acordo com sua constituição, podem ter diferentes características físicas, químicas e toxicológicas as quais se alteram ao longo do tempo, quando presentes no ambiente marinho. O conjunto dessas alterações faz parte de um processo denominado intemperismo do óleo, conforme (CETESB, 2012). Os óleos apresentam diferentes variedades de hidrocarbonetos, e estes são classificados conforme seu peso molecular conforme a Tabela 2. O petróleo chega atingir até 98% por hidrocarbonetos em sua composição.

Classificação dos tipos de óleo					
Grupo	Densidade	API	Composição	Meia Vida	Persistência
I	< 0,8	> 45	Leve	~ 24 h	1 - 2 dias
II	0,80 à 0,85	35 à 45	Leve	~ 48 h	3 - 4 dias
III	0,85 à 0,95	17,5 à 35	Pesado	~ 72 h	5 - 7 dias
IV	> 0,95	< 17,5	Pesado	~ 168 h	> - 7 dias

Tabela 1 - Classificação dos tipos de óleo.
Fonte: CETESB, 2012.

COMPOSTO MOLECULAR (PESO)		
BAIXO	MÉDIO	ALTO
C ₁ à C ₁₀	C ₁₁ à C ₂₂	≥ C ₂₃

Tabela 2 - Classificação dos hidrocarbonetos de acordo com peso molecular.
Fonte: CETESB, 2012.

Suas propriedades são:

a) volatilidade:

- a volatilidade de um óleo é caracterizada pela sua destilação. Conforme a temperatura de um óleo aumenta, diferentes componentes atingem seu ponto de ebulição. As características de destilação são expressas pela proporção do óleo original que se destila a uma dada temperatura.

b) viscosidade:

- é a resistência ao fluxo. Depende diretamente da temperatura e quantidade de frações leves na mistura. Influência a taxa de espalhamento e es-

pessura das manchas de óleo bem como seu comportamento no ambiente e nos procedimentos de limpeza empregados. Quanto mais alta a viscosidade do óleo, maior a tendência de permanecer no local do derrame.

c) *pour point* ou ponto de fluidez:

- é a temperatura abaixo da qual o óleo não fluirá. Resultado da formação de uma estrutura microcristalina que amplia a viscosidade e tensão superficial do produto. A tensão superficial geralmente varia entre 32°C a -57°C, sendo que os óleos leves e menos viscosos, apresentam um ponto de pureza mais baixo.

d) tensão superficial:

- é a força de atração entre as moléculas de superfície de um líquido. Está juntamente com a viscosidade, determinam a taxa de espalhamento das manchas de óleo. A tensão superficial decresce com aumento da temperatura. Óleos leves apresentam menor tensão superficial.

e) ponto de fulgor ou *flash point*:

- é a temperatura em que os vapores de um produto irão ignizar quando em contato com uma fonte de ignição. Constitui um importante fator de segurança durante as operações de limpeza. Óleos leves e produtos refinados podem ignizar facilmente, ao passo que óleos pesados e/ou intemperizados não causam sérios riscos de incêndio.

f) solubilidade:

- é o processo em que uma substância pode se dissolver em um dado solvente, no caso, a dissolução do óleo em água. A solubilidade de um óleo em água é muito baixa. Nos óleos menos densos, a fração hidrossolúvel é geralmente maior se comparada à dos óleos mais densos. Na Tabela 4 da pag.20, são apresentadas as características físicas dos óleos.

2.1 Panorama mundial

Segundo a ITOPF (2012a), ocorrências de derrames em décadas posteriores são de origem variada. A média de grandes derrames de óleo no mundo (> 700 toneladas) durante a última década foi menor que um terço do que ocorreu durante os anos 70, e essa redução foi devida a implementações de empresas e governos apoiados pela IMO (*International Maritime Organization*), para viabilizar a prevenção de poluição marinha por óleo. Cada ano a quantidade total de derramamentos de óleo varia consideravelmente, sendo que alguns derramamentos de grande escala são os responsáveis pela maior percentagem da quantidade anual total. Na Figura 1, apresenta números de grandes derramamentos de óleo ocorridos no mar entre os anos 1970 e 2011. Já na Figura 2, observam-se as quantidades de óleo derramado no mar durante o mesmo período.

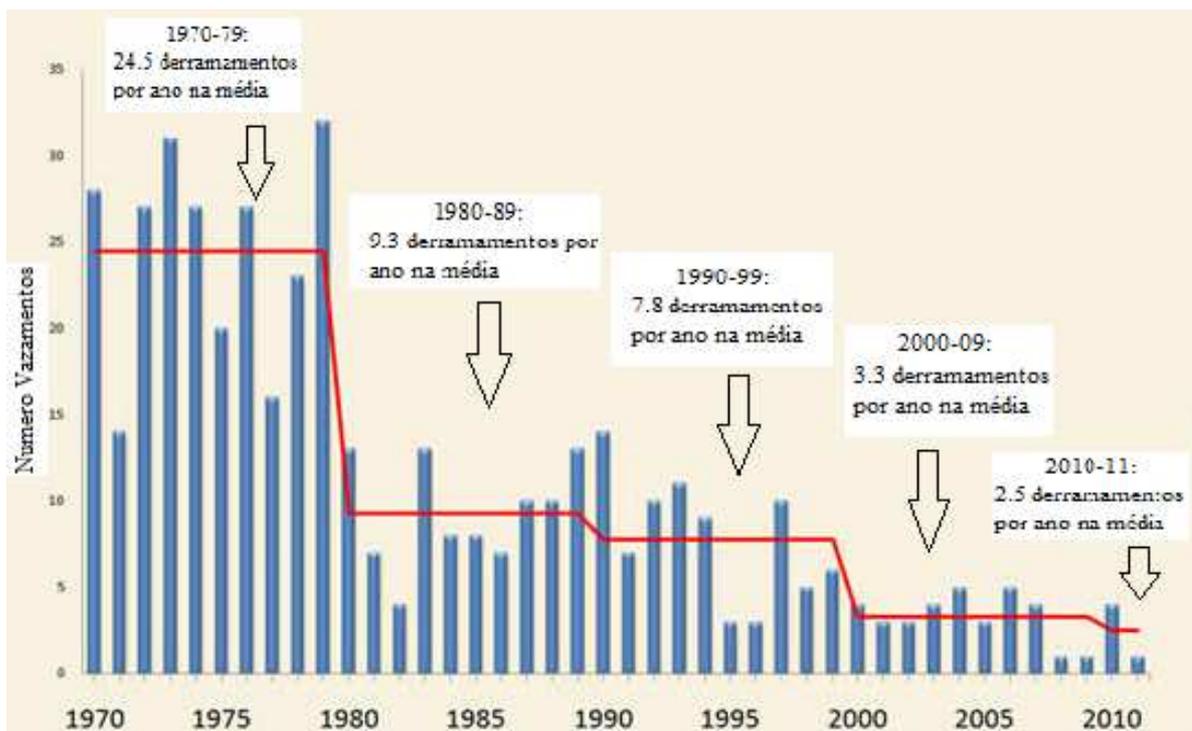


Figura 1– Números de grandes vazamentos (acima de 700 toneladas) 1970 – 2011.

Fonte: ITOPF, 2012a.

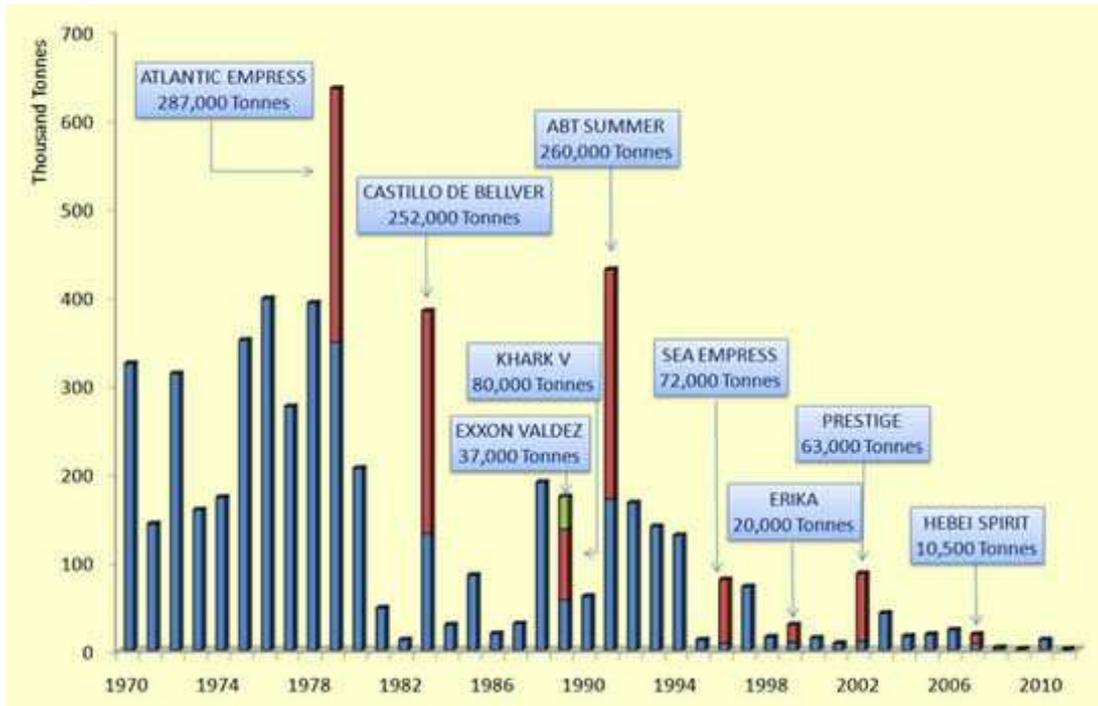


Figura 2 – Quantidades de óleo derramado no mar, 1970-2011.
Fonte: ITOPF, 2012a.

As causas dos derramamentos são bastante variadas, sabe-se que a maioria dos incidentes é resultado de uma combinação de ações e circunstâncias, todas contribuindo com diferentes graus de importância para o incidente final. Muitos desses derramamentos são originados por trabalhos rotineiros, em uma escala de 7 a 700 toneladas de óleo vazado suas causas são acerca de 28% são de outros/origem desconhecida, conforme a Figura 03, seguidos de 26% originado por colisões. Outras operações incluem atividades lastro, deslastro, limpeza de tanque e quando o navio está *navegando*. Por sua vez, as principais causas de grandes derramamentos (> 700 toneladas), são de encalhe com 33%, seguidos de colisões com 29 % respectivamente no período de 1970 - 2011. Outra causa significativa são as rupturas nos cascos de navios e explosões (Figura 4). Segundo a ITOPF (2012a), outras causas incluem eventos tais como danos ocasionados pelo mau tempo e erros humanos, derramamentos de onde a informação não é relevante, no qual não está disponível, têm sido designados como desconhecido.

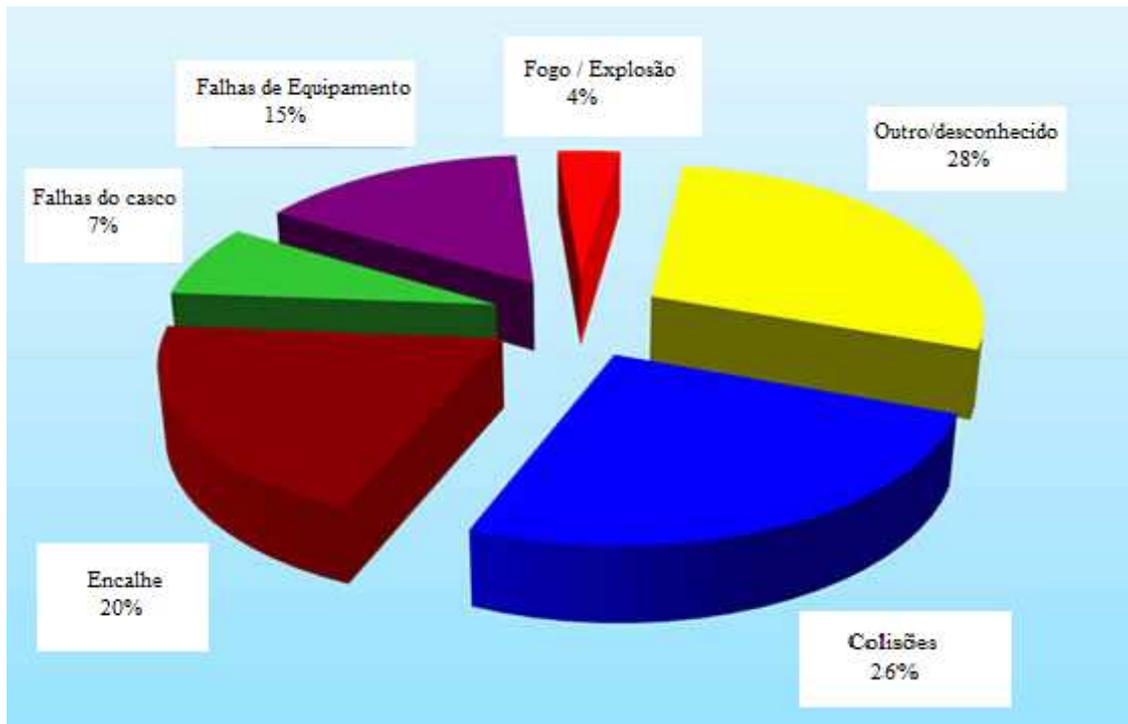


Figura 3 – Causas de derramamentos intermediários (entre 7 a 700 toneladas), 1970-2011.
Fonte: ITOPF, 2012a.

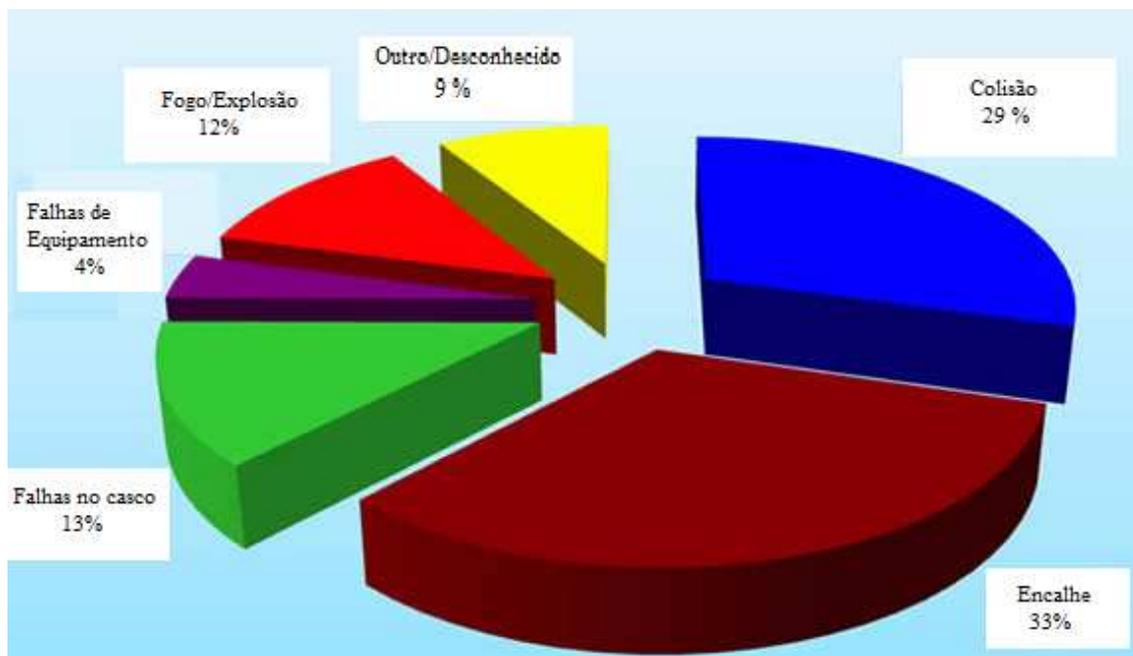


Figura 4 – Causas de derramamento maior que 700 toneladas, 1970-2011.
Fonte: ITOPF, 2012a.

Em uma visualização global, com o passar dos anos números de vazamentos têm diminuído consideravelmente, isso se aplica a regulamentos e normas firmados, além da conscientização dos seres humanos em contribuir para preservação da natureza e a segurança no transporte marítimo. Apesar dessa diminuição, incidentes

com derramamentos de óleo ainda continuam, e são registrados anualmente, pequeno ou não, esses produtos provocam diversos tipos de impactos ao nosso habitat marinho.

2.2 Aspectos físicos e químicos

Para compreendermos o estudo do impacto pelo petróleo, deveremos entender sua composição química. O petróleo é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentaram em lamas argilosas, irão ser submetidos a transformações aeróbicas e anaeróbicas por bactérias, o produto degradado, junto com os restos de bactérias, é mais tarde, transformado sob alta pressão e temperaturas que não excedam a 150°C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros componentes inorgânicos. Durante esses processos, o petróleo, que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo (SPERRS e WITHEHEAD, 1969).

De acordo com SPEIGHT (2001), dependendo do local e profundidade a composição física e química do petróleo pode ser alterada de acordo com o local e profundidade do campo onde foi processado o material.

Na base molecular o petróleo é composto por hidrocarbonetos com pequenas quantidades de compostos orgânicos contendo enxofre, oxigênio, nitrogênio e compostos com constituintes metálicos, particularmente vanádio, níquel, ferro e cobre. Devido a essas condições, cada óleo formado apresentará diferentes características, tanto físicas como químicas. Assim, uma definição precisa da composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais, conforme (SPERRS e WITHEHEAD, 1969).

Segundo AWAZU (1999), produtos refinados como diesel, gasolina, querosene e outros lubrificantes provenientes da biossíntese da maioria das plantas e animais também possuem presença de hidrocarbonetos, com o intervalo de ponto de ebulição mais restrito do que o petróleo.

Em geral, os óleos são classificados como:

- a) não persistentes: Tendem a desaparecer rapidamente da superfície do mar (gasolina, nafta, querosene, óleos leves);
- b) persistentes: Dissipam mais vagarosamente (óleos crus).

Sua persistência vai depender de sua gravidade específica que é a sua densidade em relação à água pura. Na Tabela 3, é apresentada a classificação dos óleos quanto sua persistência e em seguida a fórmula para cálculo de sua densidade específica.

Não persistente	Persistente
Gasolina Nafta Querosene Óleos leves	Óleo Cru

Tabela 3 - Classificação dos óleos quanto a sua persistência no meio ambiente.
Fonte: CETESB, 2012.

A densidade é geralmente expressa em °API, dada pela equação:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{densidade (d}_{20/4})} - 131,5$$

A seguir, são apresentadas as características físicas de vários tipos de óleo:

	Gravidade específica (15 C)	Grau API 15 C	Viscosidade cs (38C)	Ponto de pureza °C	Ponto de ignição °C	Ponto de ebulição °C
Óleo cru	0,8 a 0,95	5 a 40	20 a 1000	- 35 a 10	variável	30 a 500
Gasolina	0,65 a 0,75	60	4 a 10	na	- 40	30 a 200
Querosene	0,8	50	1,5	na	55	160 a 290
Óleo c/ combustível n° 2	0,85	30	1,5	- 20	55	180 a 360
Óleo c/ combustível n° 4	0,9	25	50	- 10	60	180 a 360
Óleo c/ combustível n° 5	0,95	12	100	- 5	65	180 a 360
Óleo c/ combustível n° 6	0,98	10	300 a 3000	2	80	180 a 500

Tabela 4 - Características físicas do óleo.
Fonte: CETESB, 2012.

Com o intemperismo, as características do petróleo mudam, podendo ocasionar o afundamento do material no mar.

2.3 Aspectos toxicológicos

De modo geral a intensidade do impacto e tempo de recuperação tende a ser, diretamente proporcionais à quantidade de óleo presente em um ambiente ou local restrito.

Esta é uma correlação clara, apesar de, na prática, haverem exceções, onde vazamentos menores causam mais impactos biológicos do que grandes vazamentos. As características químicas do produto definem a principal via de impacto (físico e químico). Aspectos como duração da exposição dos organismos ao poluente e a condição do mesmo durante o contato (intemperizado, emulsificado, etc) também são importantes. As duas vias principais nas quais o óleo causa impactos nos organismos marinhos são o efeito físico resultante do recobrimento e o efeito químico, associado à toxicidade dos compostos presentes. Todos os impactos observados são resultantes de um e/ou de outro efeito. É importante ressaltar que os efeitos não são excludentes, mas podem ocorrer simultaneamente em um vazamento de óleo.

A diferença está centrada na combinação entre densidade e toxicidade do óleo vazado e a variação com o tempo. Nos óleos de alta densidade, o efeito físico de recobrimento é predominante, enquanto que nos óleos de baixa de densidade o efeito químico é o mais representativo.

Uma vez que os compostos mais tóxicos são os componentes mais solúveis e voláteis, o impacto químico é mais nos primeiros dias após o derramamento. Normalmente, em poucos dias, a concentração de grande parte dos agentes de maior toxicidade já foi intensamente reduzida pelo intemperismo, que também indicaram que outros componentes do óleo também possuem efeitos químicos, como os hidrocarbonetos saturados que possuem efeitos anestésicos e necrosantes. Os alcanos, popularmente conhecidos como as parafinas, os quais representam grande parte do óleo cru, podem causar efeitos anestésicos e narcotizantes, conforme (ITOPF, 2012b; SANTELICES, 1977).

O contato dos organismos com frações tóxicas do óleo podem levar a morte por intoxicação, especialmente associada às frações de compostos aromáticos. Entre os componentes mais tóxicos estão o benzeno, tolueno e xileno. Estas substâncias apresentam considerável solubilidade em água (especialmente o benzeno), o que torna os organismos marinhos mais vulneráveis uma vez que

absorvem estes contaminantes pelos tecidos, brânquias, por ingestão direta da água ou de alimento contaminado. Os hidrocarbonetos de baixo peso molecular apresentam intenso efeito tóxico agudo, principalmente devido sua elevada solubilidade e consequente biodisponibilidade, conforme (GESAMP, 1993).

Considerável conhecimento já existe sobre os efeitos dos hidrocarbonetos do petróleo no ser humano. No entanto, apesar dos estudos crescentes, pouca informação está disponível sobre os efeitos específicos destas substâncias nos organismos marinhos, especialmente após acidentes envolvendo vazamento de óleo no oceano. A toxicidade aguda (exposição em curto período de tempo, mas em elevadas concentrações) e a toxicidade crônica (exposição longa, e com baixas concentrações) geram respostas diferentes nos organismos e na comunidade como um todo. A tendência de se classificar uma situação como menos estressante que a outra deve ser considerada com muita cautela, pois as conseqüências destes impactos são resultantes de uma complexa variedade de interações e características do ambiente, dos organismos atingidos, e do próprio óleo. Da mesma forma as respostas do ecossistema ao estresse são complexas e difíceis de serem interpretados.

2.4 Comportamentos do petróleo no mar

Após a entrada no ambiente, o petróleo sofre alterações de suas características originais, devido a fatores físicos (evaporação, dissolução, dispersão, oxidação fotoquímica, etc) e principalmente biológicos (biodegradação) chamados conjuntamente de intemperismo, que reduz a persistência, a mobilidade, a massa e a toxicidade dos contaminantes na fonte (SCHNEIDER, ET al., 2003; LOBÃO, 2007).

De acordo com a ITOPF (2012b), a natureza exata e o grau de impacto ambiental e persistência do petróleo no ambiente dependem de fatores como quantidade de óleo, características físicas, biológicas, econômicas, condições climáticas, área afetada, estação do ano e eficácia no tempo de resposta à limpeza.

Na Figura 5, destacam-se os principais processos que ocorrem durante um derramamento.

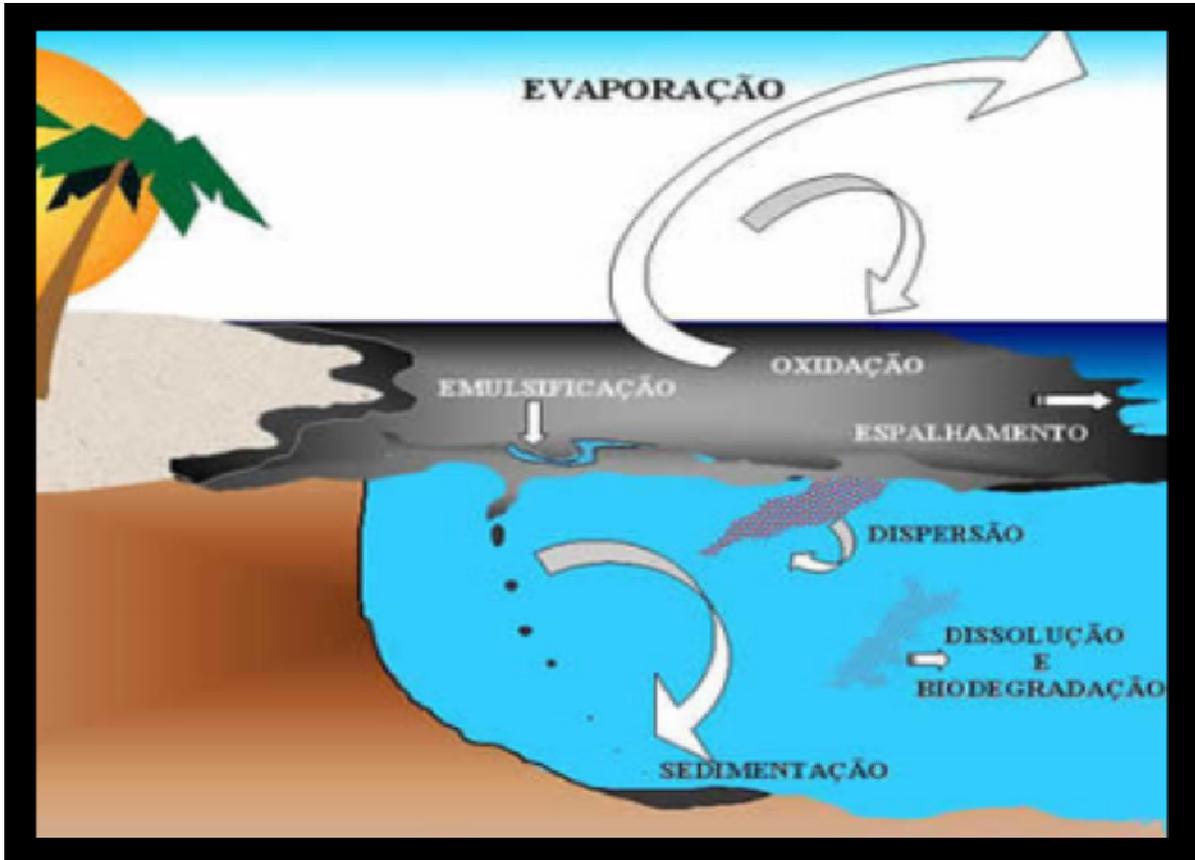


Figura 5 - Processo de intemperismo do óleo na água do mar.
Fonte: ITOPF, 2012b.

Após um derrame, o óleo sofre vários processos mecânicos (físicos), químicos e biológicos chamados conjuntamente de intemperismo, que ocasionam a sua desintegração e a decomposição. A taxa destes processos é influenciada pelas condições de mar e vento, sendo que é mais efetiva nos primeiros períodos do derrame.

De um modo geral, os principais fatores responsáveis pelo comportamento do petróleo no mar são os seguintes:

Comportamento do Petróleo no Mar			
PROCESSO	CONSEQUÊNCIAS PRINCIPAIS	ESCALA DE TEMPO	FATORES DE INFLUÊNCIA
Espalhamento	Determinante da área da mancha.	Primeiros momentos do derrame (minutos a poucas horas)	Gravidade, inércia, viscosidade e tensão superficial.
Evaporação	Perda de massa da mancha e aumento da viscosidade e densidade.	Primeiras horas	Área e espessura da mancha e coeficiente de transferência de massa.
Dispersão	Dispersão do óleo na superfície da coluna d'água.	Horas a dias	Condições marítimas e meteorológicas.
Dissolução	Perda de massa. Importante sob o ponto de vista toxicológico.	Rapidamente após o derrame (até 15 minutos)	Presença de hidrocarbonetos solúveis.
Emulsificação	Aumento da viscosidade e volume da mancha, próxima ao valor da densidade da água.	Horas a dias	Turbulência, temperatura e composição do óleo.
Oxidação	Aumento do conteúdo de frações persistentes. Influencia a emulsificação.	Detectável após uma semana ou mais	Incidência de luz solar.
Sedimentação	Remoção do óleo da coluna d'água.	Horas a dias	Aumento da densidade devido ao intemperismo do óleo.
Biodegradação	Destino final de grande parte do óleo dissolvido, disperso na coluna d'água e sedimentado.	Semanas a meses. Pode continuar por anos.	Composição da biota, concentração de nutrientes e oxigênio.

Tabela 5- Comportamento do petróleo no mar
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

2.4.1 Espalhamento

Depende da força gravitacional, do tipo de derrame, viscosidade e tensão superficial do óleo e condições climáticas e oceânicas (CETESB, 2012).

Considerado um dos mais significantes processos nas primeiras horas do derrame, O espalhamento envolve o óleo derramado como um todo, isto é, não altera a composição química do óleo derramado nem separa seus diversos constituintes. Além disso, esse processo faz com que a mancha do óleo derramado se expanda aumentando sua área e diminuindo sua espessura, garantindo assim, maior transferência de massa por evaporação e dissolução (BOTELHO, 2003).

De acordo com SISCOM (2012), o espalhamento do óleo na superfície do mar envolve a interação de diversas forças e processos, como gravidade, momento e viscosidade. Neste caso, uma equação unidimensional é utilizada para se

representar o espalhamento transversal de uma “mancha” em um vazamento contínuo.

$$x_{LE} = C_o \left(\frac{g \Delta \rho}{\rho_w^2} \right)^{1/4} \frac{m^{1/2}}{(\rho_w \mu_w)^{1/8}} t^{3/8}$$

Onde:

x_{LE} = largura da seção principal da mancha (m)

g = aceleração gravitacional (m/s²)

$\Delta \rho$ = diferença de densidade entre a água e o óleo (kg/m³)

ρ_w = densidade da água (kg/m³)

μ_w = viscosidade do óleo (cP)

$m = \frac{1}{2}$ da taxa de liberação da massa / corrente superficial (kg/m)

C_o = constante de espalhamento



Figura 6- Espalhamento turbulento do óleo no mar
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Essa equação representa o regime de gravidade-viscosidade no processo de espalhamento, e explica apenas o espalhamento quiescente da porção mais espessa da mancha. O espalhamento turbulento rapidamente ultrapassa esse espalhamento quiescente em importância. O espalhamento turbulento ocorre como resultado de cisalhamentos horizontais e verticais no campo de velocidade em uma mancha de óleo, combinado com o entranhamento e ressuspensão das gotículas de óleo. Como esses processos também estão incluídos, o modelo é capaz de produzir manchas menos espessas com o passar do tempo.

2.4.2 Evaporação

A perda por evaporação depende de uma série de fatores: da volatilidade do óleo, da área, espessura da mancha e das condições climáticas do ambiente (vento, estado do mar, temperatura do ar e do mar e a intensidade da radiação solar). Este processo é muito importante entre as primeiras 24 e 28 horas após o derramamento, em relação à transferência de massa. Quanto maior for a proporção dos componentes com pontos de ebulição baixos, maior será a evaporação do óleo, mais viscoso ele ficará e assim, irá para o sedimento. O grau de espalhamento é outro fator determinante durante este processo, pois quanto maior for a superfície de contato com o ar, maior será a evaporação. Mares agitados, grandes velocidades de vento e climas quentes também funcionam como aceleradores do processo de evaporação (CORSON, 1993).

2.4.3 Dispersão

Este processo realiza a quebra da mancha de óleo em pequenas gotículas, com densidade próxima da água, aumentando a área de contato do óleo com a água e colaborando com outros processos como a sedimentação e a biodegradação do óleo. Pequenas gotículas permanecem em suspensão, enquanto as maiores tendem a subir para a superfície onde podem se agregar umas às outras, reforçando a mancha ou ainda formando uma finíssima camada de óleo. As ondas e a turbulência marinha ajudam a dispersar o óleo, enquanto em ambientes anóxicos, a biodegradação torna-se mais difícil (CORSON, 1993).

2.4.4 Emulsificação

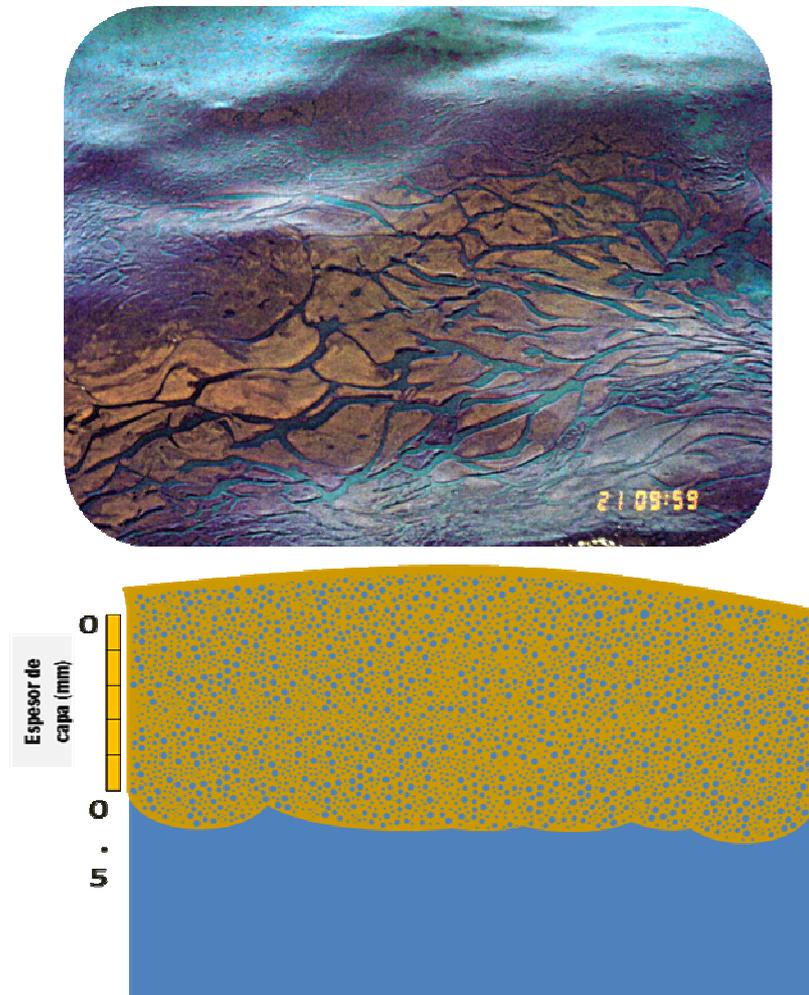


Figura 7 e 8- Emulsão de óleo na água
 Fonte:GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Ocorre com a dispersão do óleo na água, sob a forma de gotículas, formando emulsões do tipo: água + óleo, tornando-se mais pesados. No caso de derrame de óleo, pode haver a formação de dois tipos de emulsão, em função da ação das ondas. As emulsões de óleo, na água, podem passar quase que despercebidas, quando as gotículas de óleo são muito pequenas. Entretanto, se as águas se tornarem calmas, as emulsões podem voltar a constituir a película superficial, novamente, aglomerando-se. Os hidrocarbonetos, uma vez emulsionados na água, aceleram outros processos de transformação, como a dissolução, a fotoxidação e a biodegradação. Existem estudos recentes que sugerem que este processo é um dos principais responsáveis pela contaminação do plâncton marinho, que ingere as micro gotículas. Estas, por sua vez, atuam em seus órgãos digestivos e se

manifestam em suas fezes, indo, finalmente, se depositar no fundo do mar e aglomerando-se a sedimentos, limo e outras substâncias. No fundo do mar, estes são carregados por correntes, contaminando, desta forma, áreas não diretamente afetadas pelo derrame. As emulsões de água em óleo, ao contrário do primeiro caso, são extremamente estáveis e costumam persistir por meses, ou até mesmo anos, após o derramamento (ITOPF, 2012b).

2.4.5 Dissolução

A dissolução consiste na partição de substâncias presentes no óleo entre a fase oleosa e a fase aquosa. A taxa de dissolução do óleo depende de sua composição, do espalhamento da mancha, temperatura e turbulência da água e da taxa de dispersão. Componentes pesados do óleo cru não se solubilizam, ao passo que os mais leves têm maior solubilidade em água. Outros constituintes do óleo como compostos de enxofre e sais minerais tem solubilidade. É um processo que se inicia logo após o derrame e se perpetua ao longo do tempo, uma vez que oxidação e biodegradação podem formar subprodutos solúveis (MARQUES Jr ET AL, 2002).

De acordo com Botelho (2003), embora não tenha muita importância em termos de balanço de massa, a dissolução tem grande influência sobre as consequências biológicas no ambiente marinho.

2.4.6 Oxidação

Neste processo, as moléculas de hidrocarbonetos reagem com o oxigênio do ambiente circundante, formando outros compostos solúveis, que irão se dissolver na água, ou outras substâncias ainda mais persistentes e resistentes às alterações. Os componentes mais voláteis do óleo são essencialmente não solúveis na água do mar. Como estas reações ocorrem, preferencialmente, na superfície, elas serão mais rápidas, quanto mais espalhadas estiverem às películas. Comparativamente aos outros processos de alteração físico-química, a oxidação é relativamente lenta e está condicionada à quantidade de oxigênio que pode penetrar na película. O processo ainda pode ser acelerado pela presença de certos sais dissolvidos no mar e de certos metais presentes no óleo. Muitas vezes, podemos encontrar traços de vanádio no óleo, que funciona como um catalisador nas reações de oxidação. Os

raios ultravioletas funcionam igualmente como catalisadores, constituindo o que chamamos de fotoxidação. A razão de degradação é, em grande parte, influenciada pelo comprimento de onda incidente, pela concentração de materiais particulados suspensos, pela concentração de aromáticos de alto peso molecular e pela espessura da mancha (ITOPF, 2012b).

2.4.7 Sedimentação

Ocorre devido à agregação de partículas de sedimentos ou matéria orgânica às partículas de hidrocarbonetos do óleo. Quanto mais grosso o óleo, maior sua chance de afundar. Poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar ou se alterarão, a ponto de afundarem na água. A gravidade específica do óleo intemperizado é próxima à densidade da água, na temperatura de 15°C. Existe a possibilidade de formação de bolas ou pedaços de piche, que são massas semi-sólidas compactadas de óleo intemperizado agregado às partículas presentes na coluna d'água, representando sérios danos à costa, principalmente às praias de areia (ITOPF, 2012b).

2.4.8 Biodegradação

Consiste na degradação do óleo por microorganismos, naturalmente, presentes no mar. Estes microorganismos estão difundidos por todo o meio aquático, no entanto, tendem a ser encontrados, mais abundantemente, em águas cronicamente poluídas. A taxa de biodegradação é influenciada pela temperatura e pela disponibilidade de oxigênio e nutrientes (nitrogênio e fósforo), no ambiente. Cada tipo de microorganismo tende a degradar um hidrocarboneto específico, além de existir uma enorme quantidade destes que são, potencialmente, capazes de biodegradar, praticamente, todos os compostos do óleo cru. A biodegradação seria um perfeito processo de autodepuração já que, mesmo quando os microorganismos não estão presentes em número suficiente, estes se proliferam, muito rapidamente, em condições apropriadas. Quando o óleo se transforma em gotículas suspensas no meio aquático, a área interfacial aumenta, facilitando a biodegradação. O óleo que, eventualmente, chegue às praias e atinja a zona acima do nível médio d'água irá se degradar, muito lentamente, podendo persistir por muitos anos (ITOPF, 2012b).

Segundo a CETESB (2012), em águas bem oxigenadas com temperaturas variando de 20°C a 30°C, as bactérias podem oxidar 2 g/m² de óleo ao dia.

Os processos de espalhamento, evaporação, dispersão, emulsificação e dissolução são os mais importantes nos períodos iniciais de um derrame, enquanto que oxidação, sedimentação e biodegradação ocorrem a longo-prazo. Com o passar do tempo, o óleo no ambiente mudará suas características iniciais, ficando menos tóxico, mais denso, viscoso e mais persistente (CETESB, 2012).

Do ponto de vista toxicológico, quando o petróleo é derramado na água do mar, a princípio, somente os componentes solúveis afetam os organismos que vivem sob a superfície. Porém, quando ventos, ondas e correntes agem sobre a mancha de óleo, misturando-o à água, outros componentes não solúveis passam também a afetar os organismos, ali presentes (Monteiro, 2003).

3 EFEITOS DO PETRÓLEO SOBRE A BIOTA²

Após um derramamento de óleo no mar no qual o produto é submetido ao intemperismo, diversos impactos começam apresentar para a vida marinha, o perigo é proveniente desde o processo de extração até o consumo, passando pelo transporte que é o principal poluidor por vazamentos em grande escala de navios petroleiros. Neste capítulo trataremos dos efeitos do petróleo quando derramado no mar após o contato aos seres vivos bem como suas consequências econômicas para a população na região afetada.

3.1 Intensidades do impacto sob a vida marinha

As aves marinhas que mergulham para se alimentar são uns dos habitantes mais vulneráveis, pois são facilmente prejudicados pelo óleo flutuante da área afetada. Devido a incrustação do óleo na plumagem, diversas espécies morrem devido à perda de calor corporal, mas as causas mais comuns de morte são ocasionadas pela fome e afogamento. Tentativas de limpeza das aves marinhas são realizadas, porém dificilmente sobrevivem, e as que sobrevivem raramente voltam a procriar. Uma exceção são os pinguins que por serem mais resistentes, após uma limpeza adequada retornam as suas populações reprodutoras.

Segundo o NRC (1985), efeitos subletais como desordens gastrointestinais e sanguíneas, problemas respiratórios, alteração da atividade enzimática da pele, deficiências renais, interferência na capacidade de natação podem ocorrer nos mamíferos que tiverem contato com o óleo. Conforme a Figura 9, aves marinhas envolvidas por petróleo.

² Conjunto de seres vivos, flora e fauna, que habitam ou habitavam um determinado ambiente geológico.



Figura 9 - Dano às aves marinhas que nadam e mergulham.
Fonte:GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)



Figura 10 - Destruição da fauna e a flora com elas em contato.
Fonte:GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)



Figura 11 - Os animais ficam mais pesados e afogam-se. Também ocorrem mortes por envenenamento.

Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

De acordo com ITOPF (2012c), mamíferos como as baleias, golfinhos e focas podem ser prejudicados com o óleo flutuante, uma vez que esses animais necessitam respirar, com isso o contato com o produto prejudicam os olhos e o tecido nasal. Animais que dependem da pele como a lontra, foca e outros mamíferos podem morrer por hipotermia³ ou superaquecimento dependendo da época do ano. As tartarugas são prejudicadas na época da nidificação⁴, a presença de filetes de óleos na costa pode destruir com ovos e matar seus filhotes, os adultos sofrem com muco susceptibilidade que é a inflamação da membrana aumentando a infecção.

Nas Figuras 12 e 13, mamíferos após contato com o óleo.

³Ocorre quando a temperatura corporal do organismo cai abaixo do normal (35°C), de modo não intencional, sendo seu metabolismo prejudicado.

⁴É a ação de alguma espécie de animal construir seu ninho.



Figura 12 - Contaminação de um golfinho por óleo.
Fonte: CETESB, 2012.



Figura 13 - Contaminação de uma foca por óleo.
Fonte: ITOPF, 2012c.

Os manguezais são tolerantes ao sal formadas por árvores e arbustos, estandes de mangues fornecem um habitat importante para os caranguejos, ostras e demais invertebrados, no entanto sua localização é altamente de risco, sendo vulneráveis ao derrame de óleo. Os mangues são extremamente sensíveis à contaminação por óleo, normalmente crescem em sedimentos anaeróbicos e dependem do oxigênio fornecido aos pequenos poros das raízes. Inundação por óleo o sistema de raízes fica completamente impermeabilizado, tornando as árvores incapazes de absorver oxigênio e nutrientes (ITOPF, 2012c). Na Figura 14, apresenta a foto de um manguezal em contato com o petróleo.



Figura 14 – Manguezal em contato com petróleo.
Fonte: ITOFF, 2012c.



Figura 15 – Após um vazamento de óleo, ocorre uma grande destruição na vida aquática.
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

3.2 Efeitos do impacto no setor sócio econômico

Após a contaminação por óleo em área costeira, segundo a ITOPF (2012), alguns setores são prejudicados pelos efeitos do produto derramado, setores turísticos e as atividades recreativas como as praias, atividades de banho e mergulho ficam paralisados. Hotéis, bares e restaurantes são prejudicados pela ausência das atividades turísticas, que pode ocorrer durante anos. As indústrias e centrais elétricas que dependem da água do mar para o funcionamento podem ser prejudicadas pelos efeitos do óleo derramado. Outras instalações como estaleiros e portos também podem sofrer com os efeitos do derrame e operações de limpeza. Na figura 16, é apresentada uma imagem do efeito do óleo na praia para o setor turístico.



Figura 16 - efeito do óleo na praia para o setor turístico.
Fonte:GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Os setores de pesca e maricultura, processo de criação dos camarões, mexilhões, ostras e diversas espécies para o consumo, são interrompidos com o derramamento, barcos pesqueiros e seus materiais de captura podem ser danificados pelo petróleo causando uma perda econômica devido à paralisação de suas atividades, ocorrendo um impacto econômico dessas regiões que dependem respectivamente dessas atividades. Na Figura 17, é apresentada uma atividade de maricultura.



Figura 17 - Atividade de maricultura.

Fonte: <http://projetocambira.blogspot.com.br>, acesso: 31/08/2012.

4 PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA - TÉCNICAS DE LIMPEZA

Derramamento de óleo em corpos hídricos.

a) Técnicas de controle

Objetivos:

- minimização dos efeitos decorrentes de vazamentos de óleo;
- priorização das ações; e
- proteção de áreas sensíveis.

Ação eficiente = Ação imediata \longrightarrow f (informação, prontidão).

b) Respostas:

- monitoramentos e Avaliação;
- proteção de áreas sensíveis;
- contenção e recolhimento do óleo;
- utilização de produtos químicos;
- limpeza de áreas costeiras; e
- tecnologias emergentes (biorremediação e queima).

TEMPO DE OCORRÊNCIA E IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS PROCESSOS DE INTEMPERIZAÇÃO

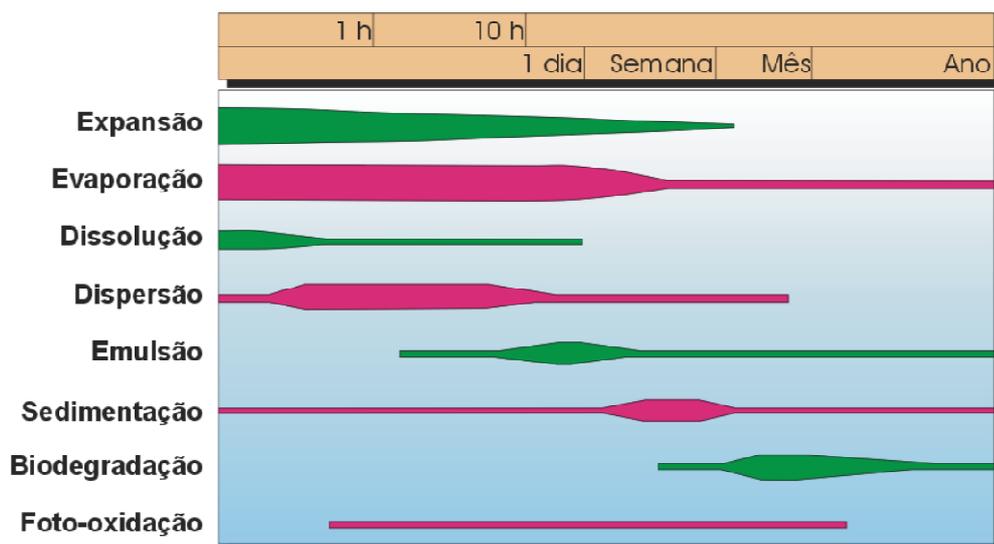


Figura 18- Tempo de ocorrência e importância relativa dos processos de intemperização
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Com o objetivo neste estudo a seguir serão descritas as estratégias citadas.

4.1 Contenção e recuperação do óleo flutuador no mar

4.1.1 Barreiras de contenção e *skimmers*

Têm a finalidade de conter o óleo derramado, bloqueando e direcionando as manchas para locais favoráveis ao seu recolhimento, as barreiras de contenção podem ser utilizadas em locais para proteger pontos estratégicos, evitando que o petróleo entre em contato em áreas de sensibilidade ecológica e sócio-econômicas. Na maioria das vezes a contenção do óleo é trabalhada conjuntamente com ações de remoção do produto. Para tanto uma série de equipamentos ou materiais podem ser utilizados como *skimmers*, barcaças recolhedoras, cordas óleo fílicas, caminhões vácuo, absorventes granulados, entre muitos outros. A aplicabilidade de cada um deles está associada a fatores como tipo de óleo; extensão do derrame; locais atingidos; acessos e condições meteorológicas e oceanográficas. O uso de barreiras para conter e concentrar o óleo flutuante e sua recuperação através de *skimmers*, normalmente é visto como a solução ideal para remover o óleo derramado no ambiente marinho, mas infelizmente o método vai de encontro à tendência natural do óleo que é de se espalhar conforme a influência de ventos, ondas e correntes. Em águas agitadas um grande derramamento de um óleo de baixa viscosidade pode se espalhar por vários quilômetros em poucas horas, conforme (FERRÃO, 2005). Nas Figuras 19 e 20, exemplos de barreiras.



Figuras 19 e 20 - Barreiras de contenção.
Fonte: ITOPI, 2012i.

Mesmo sendo totalmente operacionais, as barreiras de contenção disponíveis movem-se lentamente, não sendo possível recolher mais que uma parte do óleo

derramado, esta é uma das razões principais que a contenção em mar aberto dificilmente deverá alcançar uma percentagem maior que 10 a 15 % do petróleo derramado.

Fatores meteorológicos como a ação de ventos, ondas e correntes reduzem consideravelmente os processos das barreiras e dos *skimmers* de recolher o óleo derramado, sendo estes bem empregados sob condições meteorológicas boas. Quando for a técnica empregada, deverá ser lançada para evitar que a mancha no mar se propague. Na Figura 21, observamos falhas de uma barreira na contenção do óleo derramado.

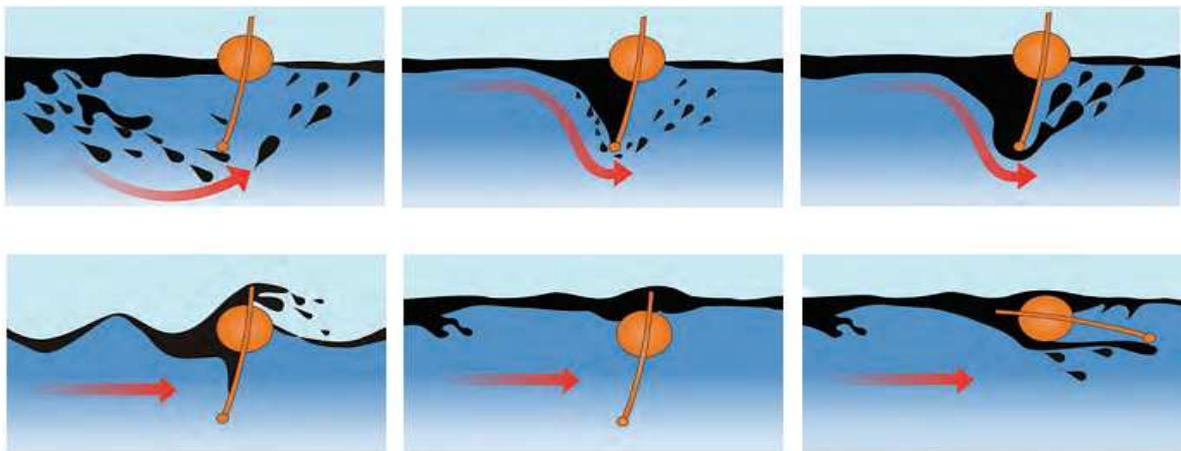


Figura 21 - Falha da barreira na contenção do óleo, a seta indica direção do óleo.
Fonte: ITOPI, 2012i.

Fabricadas com diferentes materiais, vários tipos de barreiras existem no mercado. Cada barreira utilizada será associada ao local do derrame dependendo de alguns fatores tais como: característica do óleo, cenário do ambiente, etc. No mercado, há diversas barreiras especiais como barreiras absorventes, antifogo, de bolha e de praia que são utilizados em áreas específicas. Os elementos constitutivos nas barreiras normalmente são os mesmos:

- a) flutuador de material flutuante;
- b) elemento de tensão longitudinal para prover força para resistir às ações de vento;
- c) onda e corrente, através de lastro, mantendo a barreira na posição vertical na água;
- d) saia: prevenir ou diminuir a fuga de óleo por baixo da barreira;

e) borda livre: prevenir ou reduzir a fuga de óleo por cima da barreira.

A força, facilidade de desenvolvimento, velocidade, confiança, peso e custo, são fatores importantes a serem considerados ao se utilizar uma barreira de contenção.

Na Tabela 6, são apresentadas as características estruturais das barreiras de contenção.

Local de Uso	Tipo	Borda Livre (cm)	Saia (cm)	Carga (t)	Vento (nós)	Corrente (nós)	Volume (m ³ /100 m)
Águas interiores	leve	12 a 25	20 a 45	1 a 3	até 15	0,7 a 1,0	1,0 a 1,5
Águas abrigadas	fixa	25 a 40	40 a 65	3 a 8	até 5	0,7 a 1,0	1,5 a 3,0
Oceânicas	pesada	40 a 115	65 a 125	15 a 35	até 30	0,1 a 1,5	3,0 a 6,0

Tabela 6 - Características estruturais das barreiras de contenção.
Fonte: CETESB, 2012.

De acordo com Ferrão (2005), dependendo das condições do mar, pequenas embarcações com dimensões e potência suficiente, serão responsáveis no lançamento e colocação das barreiras. As chamadas configurações em "J", "U" ou "V" são os métodos empregados para as configurações das barreiras, conforme a Figura 22, 23 e 24. Dependendo da disponibilidade de recursos e condições meteorológicas e oceanográficas, podem ser associados a outro procedimento adotado.

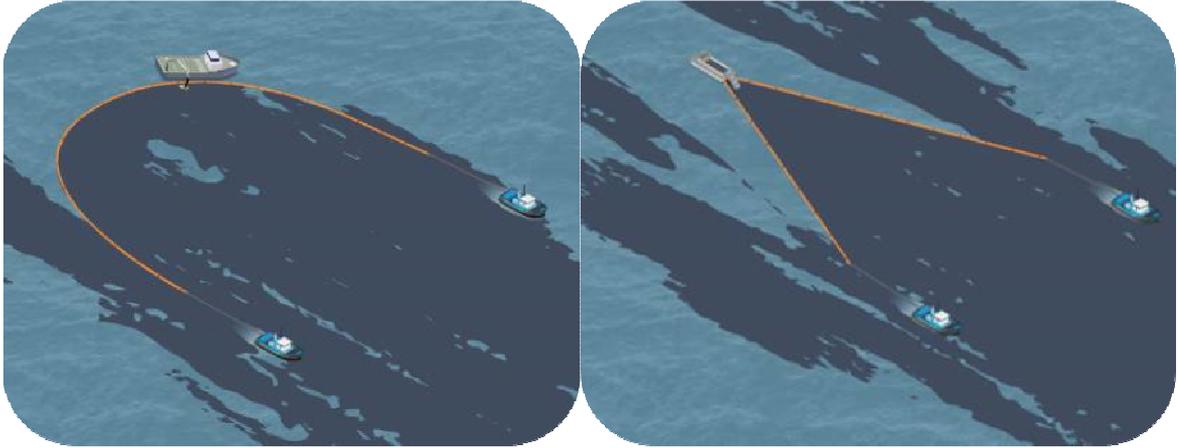


Figura 22 e 23 - Modos de configurar as barreiras no mar U ou V.
Fonte: Oceânica, 2012.

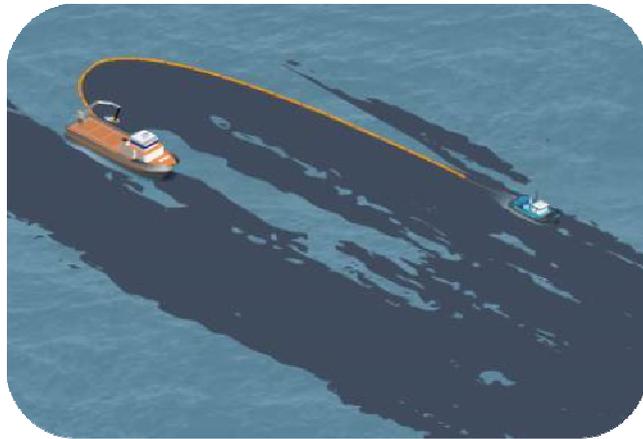


Figura 24 - Modos de configurar as barreiras no mar em J.
Fonte Oceânica, 2012.

Para uma maior eficiência na retirada do óleo na água com as barreiras, na Tabela 7 é definido um ângulo máximo e velocidade de recolhimento evitando com que o óleo escape do processo de limpeza.

Força da corrente		Máx. ângulo
(knots)	(m/s)	(degrees)
0.7	0.35	90
1.0	0.5	45
1.5	0.75	28
2.0	1.0	20
2.5	1.25	16
3.0	1.5	13

Tabela 7 - Máximo de ângulo da barreira em função da força da corrente.
Fonte: ITOPF, 2012d.

Os *skimmers* são equipamentos de sucção desenvolvidos para efetuarem a remoção de contaminantes refinados de petróleo, como gasolina, diesel e outros hidrocarbonetos, em águas e solos degradados da superfície da água conforme a Figura 25 e 26.

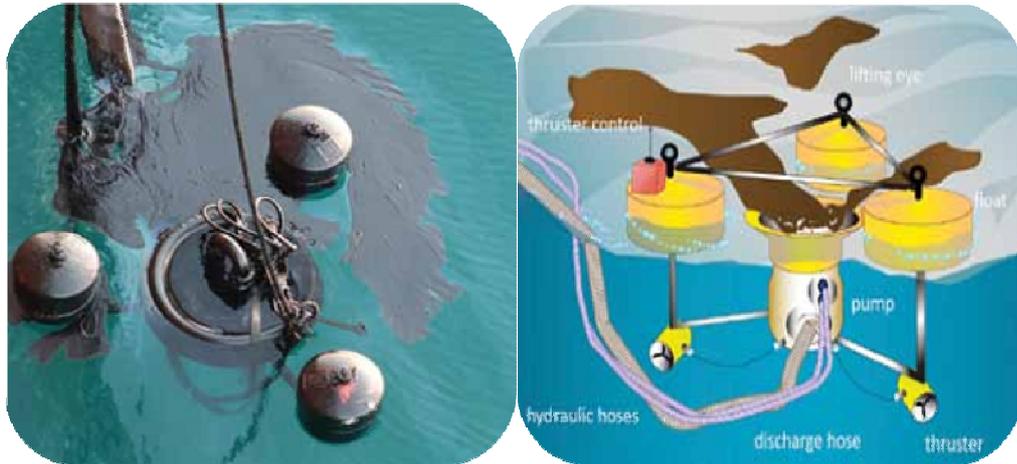


Figura 25 e 26 - Processo de limpeza com skimmer do óleo no mar.

Fonte: ITOFP, 2012h.

De acordo com a Agsolve (2012), para cada tipo de contaminante existe um tipo de equipamento diferente, por isso antes da escolha do equipamento deve-se avaliar o tipo de material a ser bombeado bem como suas propriedades. Devido à necessidade da substituição do filtro responsável pela absorção do produto para um melhor desempenho do equipamento, um ponto fundamental na escolha do equipamento é saber sua viscosidade e densidade do derramado.

O *skimmer* é recomendado para remoção da fase livre da contaminação, pois seu sistema possui um flutuador que localiza automaticamente a interface água/produto. Junto com uma bomba pneumática, consegue retirar somente o produto contaminante sem bombear a água. Ele entra na primeira fase da remediação, pois retira o produto que é menos denso que a água e encontra-se flutuando sobre ela.

Locais para armazenamento temporário são importantes para a retirada do óleo derramado, facilitando o controle de descarga, podendo ser utilizados periodicamente. Durante a faina de limpeza barcaças recolhedoras de óleo podem ser usadas. É importante que sejam feitas inspeções e testes regularmente dos equipamentos, atestando seu funcionamento, os materiais empregados na recuperação do óleo devem ser limpos, consertados e revisados de maneira que

estejam prontos para o uso de um próximo derrame.

4.1.2 Dispersão Mecânica

É um processo no qual as embarcações deslocam-se sobre a mancha de óleo potencializando a dispersão do produto na coluna de água, favorecendo assim a retirada do material da superfície do mar.

As embarcações movimentam-se com os propulsores ligados, equipadas ou não com dispositivos de agitação a reboque, ou ainda com utilização de canhões de água direcionados para a mancha, bombeando água do mar do próprio local. Estas são formas relativamente simples de estimular, mecanicamente, a dispersão do óleo derramado. No entanto, a eficiência desta técnica depende em grande parte das características do óleo derramado e das condições ambientais do momento, além da relação volume derramado e capacidade de agitação mecânica disponível no local. A dispersão do óleo na coluna de água é favorecida pela baixa viscosidade do óleo como também pela ação do vento, da chuva e das correntes marítimas de superfície.

A escolha desse tipo de resposta deve levar em consideração a proximidade de áreas ambientalmente sensíveis e a preservação da segurança de pessoas e de instalações. Na Figura 27, detalha-se uma dispersão mecânica através de uma embarcação, o mesmo utiliza-se os canhões de água para ajudar na quebra da mancha.



Figura 27 - Dispersão mecânica do petróleo no mar.
Fonte: www.fradeonline.blogspot.com, acesso 01.09.2012.

4.1.3 Dispersantes Químicos

Neste item, será descrito resumidamente a resolução CONAMA n° 269 que regulamenta o uso dos dispersantes no Brasil.

De origem orgânica, os dispersantes são formulações químicas destinadas a reduzir a tensão superficial entre o óleo e a água, auxiliando a dispersão do óleo em gotículas no meio aquoso. São constituídos por ingredientes ativos, denominados surfactantes, e por solventes da parte ativa que permitem a sua difusão no óleo. O uso de dispersantes químicos pode evitar a chegada do óleo em locais de maior relevância ecológica / econômica, visando à proteção de recursos naturais e sócio-econômicos sensíveis como os ecossistemas costeiros e marinhos. Os dispersantes são potencialmente aplicáveis em situações de derramamento de óleo, porém só deverá ser utilizado se resultar em prejuízo ambiental menor quando comparado por um derrame sem qualquer tratamento, ou se outra medida adicional à contenção não for eficaz. A eficiência do dispersante, entre outras considerações, está relacionada aos processos de intemperização do óleo no mar. Óleos intemperizados tornam-se mais viscosos e podem também sofrer emulsificação, que diminuem a eficiência desses agentes químicos.

Dispersantes Químicos



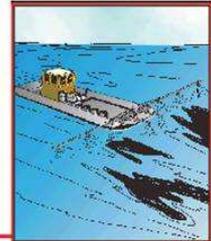
VANTAGENS

1. FUNCIONAM EM TODAS AS CONDIÇÕES TEMPO E MAR.
2. DIMINUEM CONDIÇÃO DE RISCO.
3. INCREMENTAM A BIODEGRADAÇÃO.
4. A DISPERSÃO É A RESPOSTA MAIS RÁPIDA.
5. A OPERAÇÃO É DE BAIXO CUSTO (7x < LIMPEZA).
6. REDUZEM A FORMAÇÃO DE "MOUSSE DE CHOCOLATE".
7. MINIMIZAM CONTAMINAÇÃO DE AVES E ANIMAIS.
8. REDUZEM DRÁSTICAMENTE A POLUIÇÃO DE ÁREAS COSTEIRAS (MANGUESAIS, RECIFES DE CORAIS, PRAIAS).

Dessa forma, caso seja pertinente a utilização do dispersante e considerando

o cenário do derrame, sua aplicação, tanto quanto possível, deve ser realizada durante as operações iniciais do atendimento, criteriosa e preferencialmente nas primeiras 24 horas.

Dispersantes Químicos



DESvantagens

SÃO AGENTES EXTERNOS AO MEIO. NÃO REMOVEM O ÓLEO.
(AUXILIAM A DISPERSÃO).

O ÓLEO DISPERSADO PODE AFETAR:

- MOLUSCOS E OUTRAS ESPÉCIES DE MOVIMENTO LENTO;
- AQUACULTURA;
- ECOSSISTEMAS COM BAIXA TROCA DE ÁGUA.

O USO EM PRAIAS AUMENTA A PENETRAÇÃO NA AREIA.

A DISPERSÃO PODE AUMENTAR A TURBIDEZ

NÃO SÃO EFICIENTES EM ÓLEOS PESADOS OU INTEMPERIZADOS.

Quando um dispersante é aplicado sobre uma mancha, as gotículas de óleo presentes são circundadas pelas substâncias surfactantes, estabilizando a dispersão, o que ajuda a promover uma rápida diluição pelo movimento da água. O dispersante reduz a tensão superficial entre a água e o óleo, auxiliando a formação de gotículas menores, as quais tendem tanto a se movimentar na coluna d'água, como permanecer em suspensão na superfície, acelerando o processo natural de degradação e de dispersão, favorecendo desta forma a biodegradação. Os dispersantes, quando aplicados apropriadamente, podem ajudar a transferir para a coluna d'água um grande volume de óleo que estava na superfície, obtendo-se resultados com maior rapidez do que os métodos de remoção mecânicos.

Os dispersantes, em geral, têm pouco efeito sobre óleos viscosos, pois há uma tendência do óleo se espalhar na água antes que os solventes e agentes surfactantes possam penetrar na mancha. A maioria dos produtos atualmente

disponíveis possui efeito reduzido se aplicados quando o processo de intemperização já tiver sido iniciado e se a mancha estiver sob o aspecto de emulsão viscosa (mousse de chocolate). Na Figura 28, ilustra o efeito do dispersante em contato com o óleo.

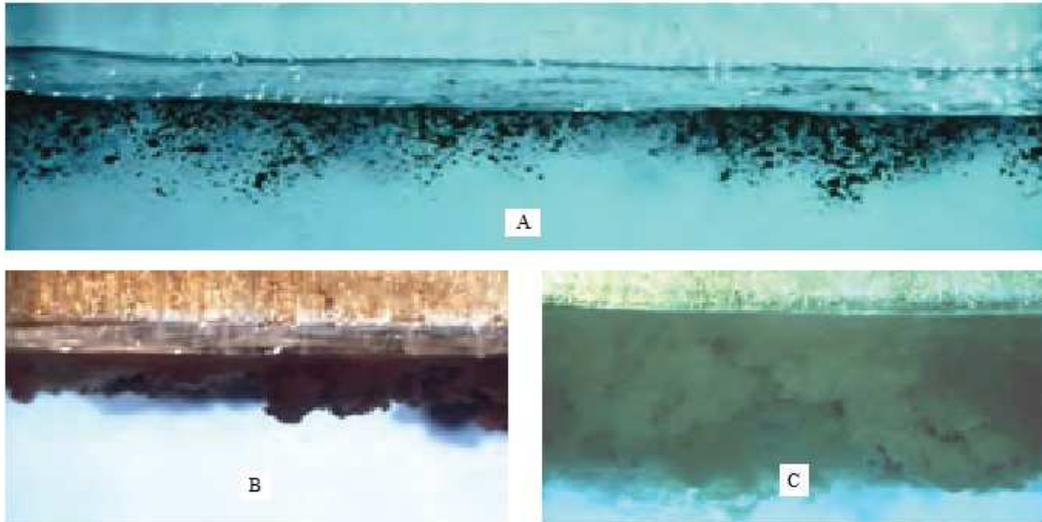


Figura 28 – Sucesso da dispersão em laboratório.
Fonte: ITOPF, 2012e.

- a) óleo sem dispersante (dispersão natural);
- b) óleo com dispersante;
- c) óleo com dispersante poucos segundos depois, demonstra rápida diluição.

Tipos de dispersantes:

- a) tipo 1 - Dispersante Convencional: o material ativo é diluído em solventes. A concentração do material ativo é baixa e o produto está pronto para uso. Não deve sofrer diluição na aplicação e antes de ser aplicado;
- b) tipo2 - Dispersante Concentrado Diluível em Água: o material ativo é geralmente uma mistura de substâncias tensoativas e compostos oxigenados ou outros. É de base aquosa e pode sofrer diluição prévia para ser aplicado;
- c) tipo 3 - Dispersante Concentrado Não Diluível em Água: o material ativo é geralmente uma mistura de substâncias tensoativas, compostos oxigenados, hidrocarbonetos alifáticos ou outros. A sua concentração é elevada, implicando em um baixo consumo de produto. Normalmente, é de base aquosa e deve ser aplicado sem diluição. O modo de aplicação destes produtos varia de a-

cordo com os tipos convencional e concentrado e são apresentadas na Tabela 8.

Dispersante	Tipo	Modo de Aplicação	Solvente
Convencional	1	Não diluído (puro), por barcos e / ou aeronaves.	Hidrocarbonetos não aromáticos
Concentrado	2	Diluído, por barcos e / ou aeronaves.	Oxigenados (glicol, éteres) e hidrocarbonetos não aromáticos.
	3	Não diluído (puro), por barcos e / ou aeronaves.	-

Tabela 8 - Classificação dos tipos de dispersantes.
Fonte: MMA, 2012.

Os métodos e formas de aplicação dos dispersantes, no combate a vazamentos de óleo no mar, devem ser escolhidos levando-se em consideração uma série de fatores:

- a) tipo e volume do óleo a ser disperso;
- b) grau de intemperização do óleo no mar no momento da aplicação;
- c) características oceanográficas e meteorológicas;
- d) tipo de dispersante a ser utilizado;
- e) equipamentos disponíveis para a aplicação.

Em condições de calmaria no mar, para uma melhor dispersão do óleo na água após a aplicação do dispersante, agitações mecânicas devem ser realizadas. A Tabela 9, tratam-se de uma orientação para a escolha do método a ser empregado para aplicação do dispersante, visando os aspectos relacionados à segurança e à eficiência da operação, em função das condições de mar.

Sistema de Aplicação	<i>Condições Ambientais Limites para Operações Efetivas e Seguras</i>				
	<i>Escala Beaufort</i>	<i>Velocidade do vento</i>		<i>Altura das ondas</i>	
		<i>(nós)</i>	<i>(m/s)</i>	<i>(pés)</i>	<i>(m)</i>
Embarcação	3 - 5	7 - 21	3,6 – 10,8	1 - 9	0,30 – 2,70
Avião monomotor	5	17 - 21	8,7 – 10,8	6 - 9	1,80 – 2,70
Helicóptero	5 - 6	17 - 27	8,7 – 13,9	6 - 17	1,80 – 5,20
Avião de grande porte	7	30 - 35	15,4 – 18,0	17 - 23	5,20 – 7,00

Tabela 9 - Condições limites para sistemas de aplicação de dispersantes.
Fonte: MMA, 2012.

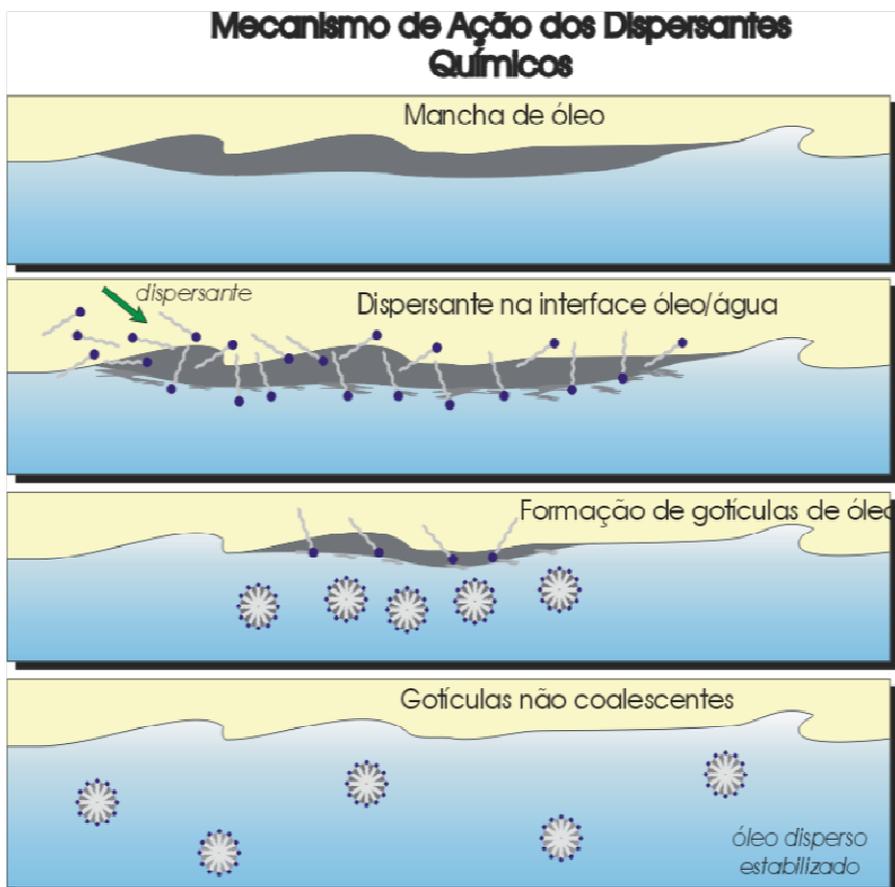
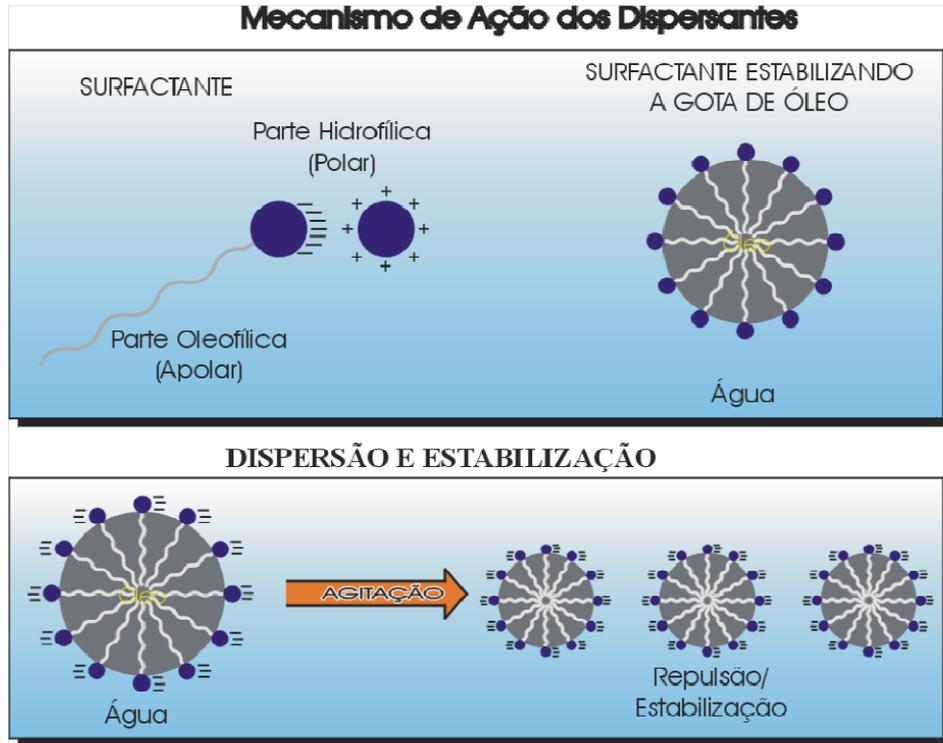
Embarcações e aeronaves de pequeno porte podem aplicar os dispersantes, porém em ocorrências de grande proporção, aviões de grande porte acabam se tornando mais vantajoso. Nas figuras 29 e 30, demonstram o lançamento de dispersantes via marítima.



Figuras 29 e 30 - Aplicação do dispersante no óleo.
Fonte: ITOPF, 2012e.

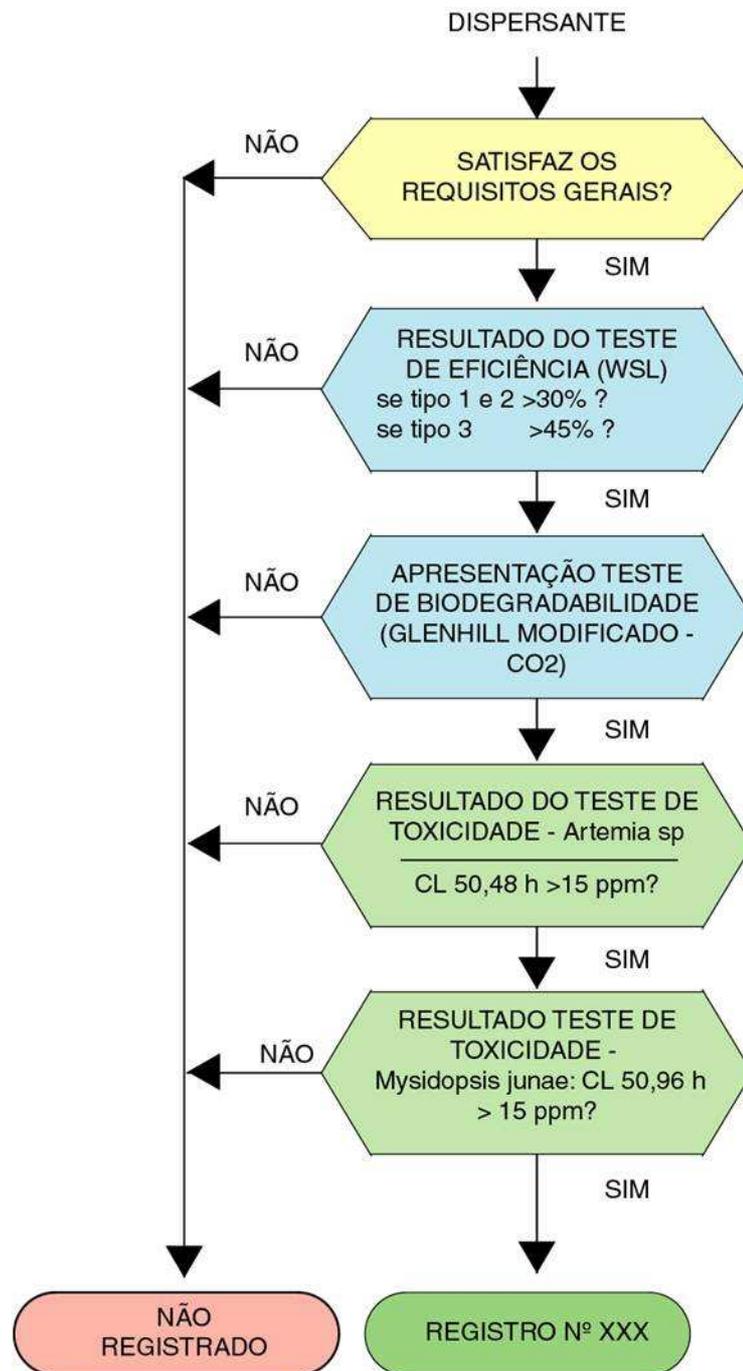
Requisitos Básicos:

- a) eficiência elevada;
- b) toxicidade baixa;
- c) biodegradabilidade alta;
- d) composição química estável.



Figuras 31 e 32- Mecanismo de Ação dos Dispersantes Químicos
 Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Sequencia para homologação de dispersantes químicos:



Instrução Normativa IBAMA Nº 01,14 julho 2000.

Critérios Para Utilização

a) não podem ser usados em:

- áreas abrigadas e/ou com baixa circulação;
- estuários, canais, costões rochosos, praias. Etc.;
- regiões frágeis: manguezais, marismas, recifes de corais;
- regiões de aquacultura e APA's;
- limpeza de embarcações e áreas portuárias;
- óleos com viscosidade ≥ 2000 mPa.s;
- óleos emulsionados ou muito envelhecidos;
- corpos hídricos de água doce, exceto em emergências ou quando estudos específicos indicarem benefícios (N-2563);
- situações em que se deseja manter a aparência.

b) podem ser usados em:

- derrames com risco iminente de incêndio e/ou para vida humana;
- quando outras respostas não são eficientes;
- regiões com lâmina d'água entre 10 e 20m, afastadas da costa 2 km e com a mancha se deslocando para áreas sensíveis;
- regiões específicas e negociadas com os órgãos ambientais.

4.1.4 Queima *in-situ*.

É o processo de queima do óleo derramado no mar, no local, ou próximo ao local do derramamento, observado conforme a Figura 33. Apesar ser utilizada a mais de 30 anos em países como Suécia, EUA, Canadá e Inglaterra, questões relacionadas à segurança, bem como a formação de resíduos que podem afundar e o perigo na fonte de ignição, acabam limitando o uso da referida técnica. Alguns países como o Brasil, ainda não foi regulamentado este tipo de técnica. Alguns fatores devem ser considerados antes do emprego da Queima *in-situ*, tais como o tipo de barreira que esta sendo utilizado (deve ser antifogo), o tipo de produto derramado, a distância da manha em relação à embarcação, condições de tempo e mar, a toxicidade da fumaça gerada e se existe alguma população próxima ao local.

Com a queima do óleo no ambiente marinho é produzido um produto bastante viscoso de difícil recuperação no mar e na costa. Com essa viscosidade há possibilidade do afundamento do material no mar e ocasionar danos às espécies de fundo (bentos), sendo a recuperação do local ainda mais difícil. Outro fator relevante é com a fumaça que é produzida durante o processo de queima no qual pode

resultar em danos, segundo a ITOPF (2012), em um incêndio a bordo do CASTILLO DE BELLVER (África do Sul, 1983), nuvens de fumaça pretas resultaram em uma chuva oleosa sobre fazendas até 80 km do local onde que trigo e ovelhas ficaram contaminados pelo produto.



Figura 33 - Queima *in-situ*.
Fonte: ITOPF, 2012f.

4.2 Limpezas em ambientes costeiros

Com as dificuldades da limpeza do petróleo no mar, muitos vazamentos acabam contaminando áreas na costa gerando um maior impacto ambiental e econômico para o país. A remoção do óleo na costa deve ser realizada o quanto mais rápido evitando com que as condições climáticas favoreçam a persistência do produto em ambientes rochosos. Quando isso ocorre, equipes devem realizar estratégias de limpeza do material, porém as grandes partes dos métodos podem causar algum tipo de dano adicional à natureza, podendo gerar danos maiores que o do próprio petróleo. Portanto, a escolha da técnica mais adequada é muito importante para minimização dos danos no local atingido. Normalmente a limpeza da costa é realizada por etapas, começando com a remoção manual que é a mais pesada. Ao final, resíduos de petróleo são muito difíceis de remover, em muitos casos, ondas e movimentação da água dos mares faz com que o produto degrade de forma natural e eficaz.

A técnica da utilização do dispersante químico é importante, pois evita que a mancha alcance locais de sensibilidade a costa devido à degradação natural do

óleo, seu uso deve ser baseada na resolução CONAMA n° 269 de 14/09/2000, e após o órgão ambiental competente ser comunicado, mas sua utilização em ambientes costeiros afetados pode aumentar ainda mais o prejuízo ambiental, devido ao uso de agentes químicos que são danosos ao habitat marinho.

4.2.1 Absorventes

De grande utilidade, esses materiais na costa podem ajudar a recuperar na limpeza do óleo, principalmente em lugares onde o uso de *skimmers* e caminhões a vácuo possam alcançar. Apresentam-se em forma granulada ou com tecidos porosos, sendo aplicados diretamente no óleo, Na Figura 34 e 35, são demonstrados imagens da aplicação dos absorventes.



Figura 34 - Uso de absorvente tipo manta.
Fonte: ITOPF, 2012g.



Figura 35 - Uso do absorvente tipo granulado.
Fonte: ITOPF, 2012g.

Esse material possui a capacidade de absorver até 25 vezes seu próprio peso em petróleo e seus derivados. Os absorventes sintéticos de óleo não absorvem água, flutuam e podem ser torcidos e reaproveitados. Diversos modelos estão disponíveis no mercado, sendo que a escolha do melhor absorvente deve ser feita criteriosamente, levando-se em conta as características do óleo, do ambiente e do próprio absorvente.

4.2.2 Remoção manual

Processo efetuado através de utensílios que não causa nenhum dano adicional ao meio ambiente como pás, rodos, baldes, latas, carrinhos de mão. Torna-se um método de limpeza mais trabalhoso, conforme a ilustração da Figura 36, porém bastante eficaz em locais restritos como conjunções de rochas, fendas, poças de mar e lugares como costões rochosos e praias.



Figura 36 – Remoção manual do óleo
Fonte: ITOPF, 2012g.

4.2.3 Barreiras, esteiras recolhedoras, *skimmers* e bombeamento.

São equipamentos de contenção e recolhimento de óleo flutuante na superfície da água. O bombeamento a vácuo é a aspiração do óleo acumulado em locais costeiros, através de caminhões-vácuo ou bombas-vácuo, transferindo o óleo para outros recipientes conforme a Figura 37. Esses métodos podem ser utilizados

em situações onde o óleo esteja acumulado, como por exemplo, em águas adjacentes e canais de mangue.



Figura 37 - Contenção e recolhimento do óleo.
Fonte: ITOPF, 2012g.

4.2.4 Biodegradação/Biorremediação

Mecanismo natural de limpeza e remoção do óleo com eficiência variável, de acordo com as características físicas do ambiente e do próprio óleo. Este procedimento é normalmente priorizado em muitos casos uma vez que não causa danos adicionais à comunidade. No entanto, normalmente, conjugam-se a este procedimento outros métodos de limpeza.

A biodegradação é o resultado da oxidação de certos componentes do óleo derramado, por micróbios como bactérias, fungos, algas unicelulares e protozoários. É um mecanismo natural de limpeza e remoção do óleo que possui eficiência variável, de acordo com as características físicas do próprio óleo, e também do ambiente, como temperatura, níveis de micróbios, nutrientes e oxigênio presentes no local. Os processos de degradação biológica, chamados, em conjunto, de biorremediação, receberam maior atenção. Tais processos surgiram a partir de estudos de decomposição e detoxificação de pesticidas em solos e, mais tarde, foram propostos como promissores para a recuperação de áreas costeiras atingidas por derrames de petróleo. A tecnologia de biorremediação usa, para a remoção de poluentes, o potencial fisiológico de bactérias. Estas transformam o petróleo em biomassa, água, dióxido de carbono e outros compostos.

O objetivo principal da biorremediação é minimizar o impacto das substâncias

recalcitrantes no ambiente, criando condições favoráveis ao crescimento e as atividades bacterianas.

5 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL NO AMBITO NACIONAL

Com a preocupação da segurança da carga, da tripulação, dos próprios navios e do ambiente, diversas convenções são realizadas, a partir daí surgem leis específicas nos países signatários destas convenções. Muitas leis federais e estaduais foram criadas com o objetivo de preservar o meio ambiente marinho. Neste capítulo serão listadas algumas legislações no âmbito nacional, direcionada ao assunto da poluição marinha.

A MARPOL 73/38, é a mais importante convenção ambiental internacional, com ela o Brasil pode estabelecer requisitos mínimos e adotados para que embarcações e instalações portuárias e marítimas pudessem realizar a prevenção, transporte e descarga de óleo no país, infrações e sanções são estabelecidos na Lei Federal N° 9.966. A MARPOL 73/38, foi assinada no dia 17 de Fevereiro 1973, mas não entrou em vigor, a convenção atual é uma combinação da Convenção de 1973 e do Protocolo de 1978. Ela entrou em vigor em 02 de outubro de 1983. Foi projetado para minimizar a poluição dos mares e têm como objetivo: preservar o ambiente marinho pela eliminação completa de poluição por óleo e outras substâncias prejudiciais, bem como minimizar as consequências nefastas de descargas acidentais de tais substâncias. Todos os navios embandeirados em países que são signatários da Convenção MARPOL estão sujeitos às suas necessidades, independentemente de onde eles navegam e as nações membros são responsáveis por embarcações registradas em suas respectivas nacionalidades.

A MARPOL contém 6 anexos, preocupando-se com a prevenção de diferentes formas de poluição marinha por navios:

- a) anexo I – óleo;
- b) anexo II – substâncias líquidas nocivas transportadas a granel;
- c) anexo III – Substâncias nocivas transportadas em embalagens;
- d) anexo IV – Esgoto;
- e) anexo V – Lixo;
- f) anexo VI – Poluição do Ar.

Para que uma nação se torne parte da MARPOL deve aceitar Anexo I e II. Os

anexos III-VI são de adesão voluntária.

A Lei Federal N° 9.966, Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

Substituiu a Lei Federal 5.357/67, que vigorou por trinta e três anos estabelecia penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais de qualquer natureza, estrangeiros ou nacionais, que lançassem detritos ou óleo nas águas brasileiras.

O Art. 1º estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional.

A Lei Federal N° 9.966 é composta de seis capítulos apresentados a seguir:

- a) capítulo I: definições e classificações;
- b) capítulo II: dos Sistemas de Prevenção, Controle e Combate da Poluição;
- c) capítulo III: do Transporte de Óleo e Substâncias Nocivas ou Perigosas;
- d) capítulo IV: da Descarga de Óleo, Substâncias Nocivas ou Perigosas e Lixo;
- e) capítulo V: das Infrações e das Sanções;
- f) capítulo VI: disposições Finais e Complementares.

A Lei Federal N° 9.966 é muito importante para o país, embarcações que não atendem requisitos estabelecidos com o anexo I do MARPOL, passam a cumprir obrigatoriamente regulamentos adotados no referidos capítulos da lei, quando em águas de jurisdição nacional. Ao final deste trabalho encontra-se, em anexo, a Lei Federal N° 9.966 e, em seguida, estão as demais legislações e decretos aplicados.

6 MAIORES CATÁSTROFES OCORRIDAS NO MUNDO DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR OCASIONADOS POR NAVIOS

6.1 Torrey Canyon

Conhecido como primeiro grande derrame de petróleo.

Ocorreu na costa do País de Gales, em 1967, devido a colisão com recife. Foram feitas tentativas frustradas para o navio flutuar fora do recife, provocando a morte de um holandês da equipe.

Houve vazamento de 40.000 toneladas, inicialmente. Após isso, a Aviação Inglesa incendiou as 78.000 toneladas restantes.

Não provocou grandes consequências no meio marinho.

O desastre levou a muitas mudanças nas regulamentações internacionais, por exemplo, a Convenção sobre a responsabilidade civil (CLC), de 1969, que instituiu a responsabilidade objetiva sobre os proprietários dos navios, sem a necessidade de provar negligência, e de 1973 a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios.

6.2 Amoco Cadiz

Ocorreu 1978, na França, derramou-se 223.000 toneladas de petróleo no mar. Sofreu dano na entrada do canal da Mancha, próximo a região da França.

É considerado o maior volume de petróleo bruto derramado, sendo 227 mil toneladas.

Pântanos da região da Ilha Grande foram destruídos.

O super-petroleiro chegou a se partir em dois, quebrando se novamente e liberando uma carga de resultando na maior maré negra provocado por petroleiro.

As 260 000 toneladas de animais mortos pelo derramamento de crude do *Amoco-Cadiz* serviram, sobretudo, para alertar o Ocidente para a fragilidade dos oceanos, e para a sua já escassa capacidade de regeneração.

O *Amoco-Cadiz* provocou a maior perda da vida marinha jamais registrada a partir de um derrame. A mortalidade da maioria dos animais ocorreu durante os dois meses após o derrame. Duas semanas após o acidente, milhões de mortos moluscos, ouriços e outros organismos estavam depositados no fundo do mar. As aves

constituíam a maioria dos quase 20.000 animais que foram recuperados. A mortalidade de ostras a partir do vazamento foi estimada em 9.000 toneladas.

Peixes foram capturados na área com ulcerações e tumores. Na figura 38, temos a imagem do super-petroleiro que chegou a se partir em dois, liberando uma carga que resultou na maior maré negra provocada por petróleo.



Figura 38 – O super-petroleiro chegou a se partir em dois.
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

6.3 Erika

O acidente ocorreu em 1973, na França. Foram derramados no mar 20.000 toneladas de óleo e 250.000 de resíduos contaminados. O custo final de mais de 1.000.000.000 de dólares. A partir de então, se inicia proceso de norma do casco duplo.



Figura 39 – Navio Erika
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

6.4 Exxon Valdez



Figura 40 - Petroleiro Exxon Valdez
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Em 24 de março de 1989, o petroleiro Exxon Valdez, em rota de Valdez, no Alasca para Los Angeles, Califórnia, encalhou em Bligh Reef em Prince William Sound, Alasca. O navio estava viajando fora rotas de navegação normais em uma tentativa de evitar gelo. Dentro de seis horas do aterramento, o Exxon Valdez derramou cerca de 10,9 milhões de galões de sua carga de 53 milhões de galões de

petróleo bruto Prudhoe Bay. Oito das onze tanques a bordo foram danificados. O óleo acabaria por afetar mais de 1.100 milhas de costa não contínuo no Alasca, fazendo com que o Exxon Valdez o maior derramamento de óleo até à data em águas norte-americanas.

A resposta à Exxon Valdez envolveu mais pessoal e equipamento durante um longo período de tempo do que qualquer outro derrame na história dos EUA. Problemas de logística no fornecimento de combustível, refeições, atracação, equipamentos de resposta, gestão de resíduos e outros recursos foram um dos maiores desafios para a gestão da resposta. No auge da resposta, mais de 11.000 funcionários, 1.400 embarcações e 85 aeronaves foram envolvidos na limpeza.

O Petróleo *Prudhoe Bay* tem uma densidade API de 27,0, e um ponto de 0 graus Celcius derrame. A maior parte do óleo derramado do Exxon Valdez foi lançado no prazo de 6 horas de aterramento do navio. A tendência geral do óleo era sul e oeste do ponto de origem. Para os primeiros dias após o vazamento, a maior parte do petróleo estava em uma grande mancha concentrada perto *Bligh Island*. Em 26 de março, uma tempestade, que gerou ventos de mais de 70 mph em Prince William Sound, resistido a maior parte do petróleo, transformando-o em mousse e tarballs, e distribuiu-o sobre uma grande área. Até 30 de março, o óleo estendido a 90 milhas de o local do derramamento. Em última análise, a partir de *Bligh Reef*, o derramamento esticado 470 milhas ao sudoeste da aldeia de Chignik na península de Alaska. Aproximadamente 1.300 milhas de costa foram oleada. 200 milhas foram fortemente ou moderadamente oleada (impacto óbvio); 1100 milhas foram levemente ou muito levemente untada com óleo (brilho de luz ou tarballs ocasionais). A região derramamento contém mais de 9.000 milhas de costa.

Além da tempestade de 26 de Março, o vazamento ocorreu em uma época do ano quando as flutuações das marés de primavera foram quase 18 pés. Isso tende a depositar o óleo sobre linhas costeiras acima da zona normal da ação das ondas. A diversidade de tipos de linha costeira nas áreas afetadas levou a condições de lubrificação variados. Em alguns casos, o petróleo estava presente em rochas escarpadas tornando o acesso ea limpeza difícil, ou praias rochosas com tamanho de grão em qualquer lugar de areia grossa para pedregulhos, onde o óleo poderia permeiam a um nível sub-superfície. O derrame afetou tanto protegido e exposto (a alta onda / ação do tempo) linhas costeiras. Uma vez que o óleo pousou em uma linha costeira que poderia ser lançada fora na próxima maré alta, portada para e

depositado em um local diferente, fazendo o acompanhamento da migração de óleo e impacto litoral muito difícil. Esta migração terminou em meados de verão 1989, e a limpeza restante tratou margens oleada, em vez de óleo na água.

Operações de limpeza continuou durante os meses de verão de 1990 e 1991. Em 1990, a superfície de óleo, caso existisse, havia se tornado significativamente resistiu. Óleo de sub-superfície, por outro lado, foi em muitos casos muito menos desgastado e ainda em estado líquido. O óleo de sub-superfície do líquido poderia dar um brilho quando perturbado. Limpeza em 1991 concentrou-se nos restantes reduzidas quantidades de óleo de superfície e sub-superfície.

6.5 Deep Water Horizon

O derramamento de petróleo Deep water Horizon (também referida como o derramamento de óleo BP, o desastre de petróleo da BP, no Golfo do México derramamento de óleo, eo blowout Macondo) começou em 20 de abril de 2010, no Golfo do México no BP de propriedade da Transocean-operado Macondo Prospect. Na sequência da explosão e afundamento da plataforma petrolífera Deep water Horizon, um jorro de petróleo mar-chão fluiu para 87 dias, até que foi tampado em 15 de Julho de 2010. Onze pessoas nunca foram encontrados, e é considerado o maior derramamento de óleo marinha acidental na história da indústria do petróleo, estima-se que 8% a 31% maiores em volume do que a maior anteriormente, o derramamento de óleo Ixtoc I. O governo dos EUA estimou a descarga total em 4,9 milhões de barris (210 milhões US gal; 780 mil m³). Depois de várias tentativas fracassadas para conter o fluxo, o poço foi declarado selada em 19 de setembro 2010. Relatos no início de 2012 indicou o local do poço ainda estava vazando.



Figura 41 – A explosão

Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

A resposta maciça seguiu para proteger praias, pântanos e estuários dos navios *skimmer* óleo espalhando utilizando, booms, queimadas controladas e 1,84 milhões de galões (7.000 m³) de dispersante *Corexit* óleo flutuante. Devido ao derramamento de meses de duração, juntamente com os efeitos adversos das actividades de resposta e limpeza, grandes danos a habitats marinhos e dos animais selvagens e as indústrias de pesca e do turismo foi relatado. Em Louisiana, £ 4.600.000 de material oleoso foi removido das praias em 2013, mais do dobro do valor arrecadado em 2012. Óleo equipes de limpeza trabalhava quatro dias por semana em 55 milhas da costa de Louisiana ao longo de 2013. Petróleo continuou a ser encontrado tão longe site da Macondo como as águas ao largo da Florida Panhandle e Tampa Bay, onde cientistas disseram que a mistura de óleo e dispersante é incorporado na areia. Em 2013, foi relatado que os golfinhos e outros animais marinhos continuaram a morrer em números recordes com golfinhos infantis morrem em seis vezes a taxa normal. Um estudo divulgado em 2014 relatou que os atuns e amberjack que foram expostos ao petróleo do derramamento desenvolve deformidades do coração e outros órgãos que seriam esperadas para ser fatal ou, pelo menos, encurtamento da vida e outro estudo descobriu que a cardiotoxicidade poderia ter sido difundido em vida animal exposto ao vazamento.

Numerosas investigações explorou as causas da explosão e recordista derramamento. Notavelmente, o relatório do governo os EUA set 2011 apontou para

cimento defeituosa no poço, falha na sua maioria BP, mas também operador de sonda Transocean e Halliburton contratante. No início de 2011, uma comissão da Casa Branca, do mesmo modo responsabilizado BP e seus parceiros para uma série de decisões de redução de custos e um sistema de segurança insuficiente, mas também concluiu que o derramamento resultou de causas “sistêmicas” e “reforma significativa ausente em ambas as práticas da indústria e políticas governamentais, bem poderia se repetir”.

Em novembro de 2012, BP e do Departamento de Justiça dos Estados Unidos resolvido acusações criminais federais com BP se declarar culpado de 11 acusações de homicídio culposo, duas contravenções, e uma acusação criminal de mentir ao Congresso. BP também concordou em quatro anos de monitoramento governamental das suas práticas de segurança e ética, ea Agência de Proteção Ambiental anunciou que a BP iria ser temporariamente proibido de novos contratos com o governo dos EUA. BP e do Departamento de Justiça concordou com uma 4525 milhões dólares americanos em multas e outros pagamentos, mas outros processos judiciais não deverá concluir até 2014 recorde estão em andamento para determinar os pagamentos e multas ao abrigo da Lei da Água Limpa e da Avaliação de Danos Recursos Naturais. A partir de fevereiro de 2013, liquidações e pagamentos civis e criminais para um fundo fiduciário tinha custado à empresa 42,2 bilhões dólares.

Em setembro de 2014, um juiz da Corte Distrital dos Estados Unidos determinou que a BP era o principal responsável pelo derramamento de óleo devido à sua negligência grosseira e conduta imprudente.

Em julho de 2015, a BP concordou em pagar 18,7 bilhões dólares de dólares em multas, o maior assentamento corporativa na história dos EUA .

6.6 Campo de Frade

O acidente que ocorreu no dia 7 de novembro de 2011, foi reportado pela Petrobras no dia seguinte e confirmado pela unidade brasileira da petroleira norte-americana Chevron apenas na tarde do dia 9.

Nas primeiras informações a empresa informou que estavam trabalhando para conter o vazamento no campo Frade, na Bacia de Campos. "O vazamento se deve a uma rachadura no solo do oceano. É um fenômeno natural", disse Heloisa Mar-

condes, porta-voz da Chevron Brasil. Operando no país desde 2009, a Chevron (antiga Texaco) tem uma participação de 51,7% na exploração da plataforma, enquanto a Petrobras tem 30% e o restante pertence ao consórcio japonês Frade Japão Petróleo.

Chevron (Estados Unidos)	Operadora
Transocean	Construtora da plataforma
Exploração inicial	Tipo de poço
Bacia de Campos (RJ)	Local do acidente
08/11/2011	Data do acidente
120 km	Distância da costa
1.200 metros	Profundidade
Até 3 mil barris de óleo (476,9 mil litros) de acordo com a ANP	Quanto vazou
Segundo a ANP, o petróleo que vazou se afastou do litoral, seguindo para alto mar	Para onde o óleo foi
De acordo com Ricardo de Azevedo, professor do departamento de Minas e Petróleo da USP, o óleo vaza por uma fenda na rocha, não pelo poço em si, o que é raro de acontecer. A Chevron assumiu que o acidente ocorreu por erro de cálculo da empresa	Como aconteceu

Tabela 10 – Investigação do acidente
 Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Apura-se que o petróleo escapou por uma fissura de aproximadamente 300 metros de extensão, a 1,2 mil metros de profundidade e a 130 metros do poço de perfuração. O acidente derramou cerca de 440 mil litros de petróleo, o equivalente a 2,4 mil barris.

Em 14 de novembro de 2011 mancha de óleo dobra de tamanho e extensão, atingindo 163km², segundo a ANP. Já a Chevron volta a afirmar que o volume da mancha continua estimado entre 404 barris e pouco mais de 650 barris, como pode se ver na figura 42.



Figura 42 – Dimensão geográfica do acidente na bacia de Santos
Fonte: GERK, Hermann Regazzi (Curso Química Ambiental)

Apenas no dia 21 de novembro, o presidente do Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), Curt Trennepohl, veio a público informar que o vazamento havia cessado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que o impacto do petróleo quando derramado no ambiente marinho passa a ser bastante prejudicial ao habitat marinho, provocando a mortalidade e a intoxicação de diversos tipos de espécies. A intensidade com que o ambiente sofre decorrente dessa poluição vai depender de diversos fatores tais como suas características físicas e químicas do óleo, resultantes do recobrimento e de sua toxicidade. Um dos fatores determinantes para essa poluição é a localização onde o incidente decorre como nos ambientes costeiros que são as áreas bastante sensíveis para esse desastre, uma vez que o petróleo entra em contato com áreas de mangue e atividades de maricultura. Com intemperismo, o óleo sofre mudanças em sua composição desde o processo do espalhamento até sua sedimentação, mas não são suficientes para diminuir com a toxicidade com que esse material é composto.

Apesar de dados mostrarem uma diminuição proveniente de grandes derramamentos ocorridos desde o início da década de 70, vazamentos ainda são registrados anualmente em todo o mundo, com menor frequência, mas o suficiente para provocar danos à natureza e para o setor sócio econômico. Os oceanos não conseguem absorver ou processar todo o óleo que neles é derramado. Métodos e medidas preventivas, além de procedimentos de limpeza não têm sido suficientes para evitar os danos com que esse produto é capaz de provocar. Devido a esses frequentes derramamentos surgem cada vez mais convenções e legislações para prevenção da poluição marinha, tornando a negligência humana um dos fatores maior predominância para estes desastres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alternativetechniques. Disponível em: <<http://www.itopf.com/spill-response/clean-up-and-response/alternative-techniques/>>. Acesso em 15 de agosto de 2012f.

AWAZU, Lincoln & POFFO, I.R.F; Monitoramento e Tratamento quando da ocorrência de derrames de petróleo e derivados. CETESB, SP. 1999.p 40

BOTELHO, Audré Luiz Magalhães. Análise da contaminação por óleo na AP A de Guapimirim- RJ. AspectosGeoquímicos e sócio-ambientais .Dissertação - Mestrado em Ciência Ambiental- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

Containment and recovery.Disponívelem: <<http://www.itopf.com/spill-response/clean-up-and-response/containment-and-recovery/>>. Acesso em 17 de julho de 2012d.

CORSON, W.H. Manual Global de Ecologia. 1 ed. São Paulo, Augustus, 1993

FERRÃO, C. M. Derramamentos de óleo no mar por navios petroleiros. Rio de Janeiro. 2005. Monografia (Especialização), Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Meio Ambiente.

Gerenciamento de risco. Disponível em:<www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso 28 de julho de 2012.

GESAMP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution - Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment. GESAMP Reports and Studies, N° 50. 1993.

ITOPF. The International Tanker Owners Pollution Federation. Statistics. Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/>>. Acesso em 07 de julho de 2012a.

ITOPF. Effects of Oil Pollution on the Marine on the Marine Environment.Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/publications/>>. Acesso em 12 de

julho de 2012c.

ITOPF.The International Tanker Owners Pollution Federation. Effects of Marine Oil Spills. Fate and Effects.Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/publications/>>. Acesso em 12 de julho de 2012b.

ITOPF.Use of Dispersants to Treat Oil Spills.Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/publications/>>. Acesso em 12 de julho de 2012e.

LOBÃO, MÁRCIO MARTINS Identificação de derrames de óleo no mar: um estudo de caso. Dissertação –Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Rio de Janeiro, 2007.

MARQUES JR.A. N.; MORAES, R. B. C. & MAURAT C. M.Biologia Marinha. Rio de Janeiro: Interciência,. 2002.

MONTEIRO, ALINE GUIMARÃES. Metodologia de avaliação de custos ambientais provocados por vazamento de óleo: O estudo de caso do complexo REDUC-DTSE. Rio de Janeiro, 22/12/03 - COPPE/UFRJ.

NCR (National Research Council). 1985. Oil in the sea: inputs, fates and effects. Washington, DC. NationalAcademyofSciences. 601p.

Projetos sistemáticos oceânicos. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2011/Paula_Bastos_e_Bernardo_Lannes/relat1/Relat1.htm>. Acesso 28 de julho de 2012.

SANTELICES, B.; CANCINO, J.; MONTALVA, B.; PINTO, R. & GONZALES, E. Estudioecologicosenla zona costeraafectada por contaminaciondel "NorthernBreeze". II - Comunidades de playas de rocas. Medio Ambiente, 2(2): 65 - 83. 1977.

SCHNEIDER, Márcio R; CORSEUIL, Henry Xavier; MALAMUD, Erico S. T. O intemperismo de fontes de contaminação e a análise de risco em locais

contaminados por derramamentos de gasolina e álcool. AIDIS. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento Ambiental. Ética e Responsabilidade Social. Joinville, ABES, set. 2003. p.1-9.

Shoreline clean up. Disponível em: <<http://www.itopf.com/spill-response/clean-up-and-response/shoreline-clean-up/>>. Acesso em 24 de agosto de 2012g.

SISCOM, Estudo de impacto Ambiental - EIA Para Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás no Campo de Siri - Bacia Potiguar. Modelagem da Dispersão de Óleo e Efluentes. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/Petroleo/Campo%20de%20Siri/Capitulo%20II/Se%C3%A7%C3%A3o%20II.5/II.5.1.4%20%20Modelagem%20da%20Dispersao%20de%20Oleo%20e%20Efluentes.pdf>. Acesso em 04 de set. de 2012.

SPEERS, G.C.e WITHEHEAD, E.V. Crude petroleum. In: Eglinton, G. & Murphy, N.T.J., eds. Organic geochemistry. Berlin, Springer-Verlag. p. 639-675. 1969.

SPEIGHT, J. G. Handbook of Petroleum Analysis. Laramie, Wyoming:Wiley - Interscience, 2001.

Uso e aplicação correta dos Skimmers. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/suporte_dica.php?cod=1591>. Acesso em 05 de set. de 2012.

USE OF BOOMS IN OIL POLLUTION RESPONSE. Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/publications/>>. Acesso em 28 de jul. de 2012i.

Use of Skimmers in Oil Pollution Response. Disponível em: <<http://www.itopf.com/information-services/publications/>> Acesso em 24 de agosto de 2012h.

ANEXOS

Anexo A – Leis, Decretos e Resoluções

Decreto federal nº 79.437 de 28/03/71

Promulga a Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69).

Decreto federal nº 83.540 de 04/06/79

Regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69) e dá outras providências:

- a) art. 2º: o proprietário de um navio que transporte óleo a granel como carga é civilmente responsável pelos danos causados por poluição por óleo no território nacional, incluindo o mar territorial;
- b) art. 6º: os órgãos estaduais de controle do meio ambiente que tenham jurisdição na área onde ocorrer o incidente executarão, em articulação com o IBAMA, as medidas preventivas e corretivas necessárias à redução dos danos causados por poluição por óleo, bem como supervisionarão as medidas adotadas pelo proprietário do navio, concernente a essa redução dos danos;
- c) art. 8º §1º e §2º: Qualquer incidente deverá ser comunicado imediatamente à Capitania dos Portos da área a qual deverá participar o fato aos órgãos de meio ambiente, federais e estaduais, com urgência.

Lei federal nº 6.938 de 31/08/81 (política nacional de meio ambiente)

Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação de aplicação.

- a) art. 14: estabelece a responsabilidade civil objetiva por danos por poluição, e as penalidades para os agentes poluidores, obrigando-os a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados, independentemente da existência de culpa. Podem também os Ministérios Públicos da

União e dos Estados proporem ações de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

Lei federal nº 7.347 de 24/07/85 (ação civil pública por danos causados ao meio ambiente)

Institui a Ação Civil Pública de Responsabilidade por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a Bens e Direitos de Valor Artístico, Estético, Histórico e Paisagístico. Estas ações objetivam responsabilizar e obrigar o poluidor a reparar o dano gerado. Disciplina as Ações Cíveis Públicas que podem ser propostas pelo Ministério Público, pela União, Estados e Municípios ou por autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista ou associações de defesa ao meio ambiente.

Resolução CONAMA N° 237 de 19/12/1997 (licenciamento ambiental)

“Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental, estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente”.

Estão inseridas neste contexto, entre outras, atividades de perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural, fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes, fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, transporte de cargas perigosas, transporte por dutos, marinas e portos, terminais de petróleo e derivados e de produtos químicos.

Apesar da atividade de produção de petróleo ser licenciada, observa-se na prática a não existência de licenciamento ambiental para atividades de escoamento de petróleo por navios aliviadores. Esses navios são responsáveis pela maioria do movimento do óleo na região da Bacia de Campos, sendo potencial fonte de desastre. Ou seja, o transporte desse óleo não é incluído no licenciamento da produção de petróleo e tampouco existe licenciamento específico para a atividade.

Lei federal nº 9.605 de 12/02/1998 (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.

Foram extraídos os itens pertinentes à questão da poluição por óleo:

a) cap. I. Disposições Gerais:

- parágrafo único: a responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato;

b) cap. II. da Aplicação da Pena:

- art. 6º: para imposição e gradação da penalidade, a autoridade competente observará a gravidade do fato, tendo em vista os motivos da infração e suas conseqüências para a saúde pública e para o meio ambiente;
- art. 7º a 13º, as penas restritivas de direitos a que se refere são: prestação de serviços à comunidade; interdição temporária de direitos; suspensão parcial ou total de atividades; Prestação Pecuniária, isto é, pagamento em dinheiro à vítima ou à entidade pública ou privada com fim social, na importância fixada pelo Juiz. O valor pago será deduzido do montante de eventual reparação civil a que for condenado o infrator; recolhimento domiciliar.
- art. 14º, são circunstâncias que atenuam a pena: arrependimento do infrator, manifestado pela espontânea reparação do dano ou limitação significativa da degradação ambiental causada; comunicação prévia pelo agente, do perigo iminente de degradação ambiental; colaboração com os agentes encarregados da vigilância e do controle ambiental.
- art. 15º, são circunstâncias que agravam a pena: reincidência nos crimes de natureza ambiental; ter o agente cometido infração afetando ou expondo a perigo, de maneira grave, a saúde pública e o meio ambiente, concorrendo para danos à propriedade alheia; atingindo áreas de unidades de conservação ou áreas sujeitas a regime especial de uso, em período de defeso à fauna, em domingos, feriados ou à noite;
- art. 19º: a perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa;
- art. 23º: a prestação de serviços à comunidade pela pessoa jurídica consistirá em custeio de programas e de projetos ambientais, execução de o-

bras de recuperação de áreas degradadas, manutenção de espaços públicos e contribuições às entidades ambientais ou culturais públicas.

c) cap. V dos Crimes Contra o Meio Ambiente; seção III- da Poluição e de Outros Crimes Ambientais:

- art. 54º, causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que: resultem ou possam resultar em danos à saúde humana ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora; torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade, dificulte ou impeça o uso público das praias, ocorra por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos.

Decreto legislativo nº 2.508 de 04/03/98

Promulga a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL), concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, seu Protocolo, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III, IV e V.

Decreto legislativo nº 2.870 de 10/12/98

Promulga a Convenção Internacional sobre Reparo, Resposta e Cooperação (OPCR 90) em caso de poluição por óleo, assinada em Londres, em 30 de novembro de 1990.

Destaca-se o artigo 6º: Cada parte deve estabelecer um sistema nacional para responder pronta e efetivamente aos incidentes de poluição por óleo.

Este sistema incluirá, como um mínimo:

a) a designação de:

- a(s) autoridade(s) nacional (is) competente(s) responsável (eis) pelo reparo e resposta em caso de poluição por óleo;

- o ponto ou pontos de contato operacionais, de âmbito nacional, responsável pelo recebimento e pela transmissão de relatórios sobre poluição por petróleo, como referido no artigo 4º; e
 - uma autoridade credenciada para agir em nome do Estado para solicitar assistência ou tomar a decisão de prestar a assistência solicitada.
- b) um plano nacional de contingência, para preparo e resposta que inclua a relação organizacional entre os diversos órgãos envolvidos, tanto públicos quanto privados e, que leve em consideração as diretrizes elaboradas pela Organização Marítima Internacional.

Decreto lei 3.179/99 (sanções às atividades lesivas ao meio ambiente)

“Dispõe sobre especificações das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências”.

Resolução CONAMA nº 269 de 14/09/00 (dispersantes químicos)

“Regulamenta o uso de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar”.

Os dispersantes precisam ser homologados pelo IBAMA e sua aplicação está condicionada a uma série de critérios ambientais.

Resolução CONAMA nº 398 de 11/06/2008 (plano de emergência individual)

Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração.

Art. 3º: A apresentação do Plano de Emergência Individual dar-se-á por ocasião do licenciamento ambiental e sua aprovação quando da concessão da Licença de Operação-LO, da Licença Prévia de Perfuração-LPper e da Licença Prévia de Produção para Pesquisa-LPpro, quando couber.

- a) anexo I - Conteúdo Mínimo do Plano de Emergência Individual;

- b) anexo II - Informações Referenciais para Elaboração do Plano de Emergência Individual;
- c) anexo III - Critérios para o Dimensionamento da Capacidade Mínima de Resposta.

Resolução decreto federal nº 4.136 de 20/02/2002 (sanções às infrações previstas na lei do óleo)

Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento do óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei 9,966 de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.

Decreto federal 4.871 de 06/11/2003 (planos de áreas - PA)

“Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências”.

Tem propósito de integrar e consolidar os vários Planos de Emergência Individual (PEI) (Resolução CONAMA 293/01) das instalações que manuseiam óleo, situadas em uma mesma área:

- a) art. 3º:
 - § 4º Na elaboração dos Planos de Área deverão ser considerados, além dos recursos previstos nos Planos de Emergência Individuais, as ações conjuntas e outros elementos necessários para a resposta a quaisquer incidentes de poluição por óleo;
 - § 6º As instalações que desenvolverem atividades com duração máxima de seis meses não terão seus Planos de Emergência Individuais consolidados no Plano de Área;
 - § 7º O Coordenador do Plano de Área poderá requisitar recursos materiais e humanos constantes do Plano de Emergência Individual das instalações a que se refere o § 6º deste artigo.



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

2) **LEI Nº 9.966, DE 28 DE ABRIL DE 2000.**

[Mensagem de Veto](#)

[Vide Decreto nº 4.136, de 2002](#)

Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta Lei estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional.

Parágrafo único. Esta Lei aplicar-se-á:

I – quando ausentes os pressupostos para aplicação da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (Marpol 73/78);

II – às embarcações nacionais, portos organizados, instalações portuárias, dutos, plataformas e suas instalações de apoio, em caráter complementar à Marpol 73/78;

III – às embarcações, plataformas e instalações de apoio estrangeiras, cuja bandeira arvorada seja ou não de país contratante da Marpol 73/78, quando em águas sob jurisdição nacional;

IV – às instalações portuárias especializadas em outras cargas que não óleo e substâncias nocivas ou perigosas, e aos estaleiros, marinas, clubes náuticos e outros locais e instalações similares.

Capítulo I - das definições e classificações

Art. 2º Para os efeitos desta Lei são estabelecidas as seguintes definições:

I – Marpol 73/78: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, alterada pelo Protocolo de 1978, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, e emendas posteriores, ratificadas pelo Brasil;

II – CLC/69: Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, ratificada pelo Brasil;

III – OPRC/90: Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, de 1990, ratificada pelo Brasil;

IV – áreas ecologicamente sensíveis: regiões das águas marítimas ou interiores, definidas por ato do Poder Público, onde a prevenção, o controle da poluição e a manutenção do equilíbrio ecológico exigem medidas especiais para a proteção e a preservação do meio ambiente, com relação à passagem de navios;

V – navio: embarcação de qualquer tipo que opere no ambiente aquático, inclusive hidrofólios, veículos a colchão de ar, submersíveis e outros engenhos flutuantes;

VI – plataformas: instalação ou estrutura, fixa ou móvel, localizada em águas sob jurisdição nacional, destinada a atividade direta ou indiretamente relacionada com a pesquisa e a lavra de recursos minerais oriundos do leito das águas interiores ou de

seu subsolo, ou do mar, da plataforma continental ou de seu subsolo;

VII – instalações de apoio: quaisquer instalações ou equipamentos de apoio à execução das atividades das plataformas ou instalações portuárias de movimentação de cargas a granel, tais como dutos, monobóias, quadro de bóias para amarração de navios e outras;

VIII – óleo: qualquer forma de hidrocarboneto (petróleo e seus derivados), incluindo óleo cru, óleo combustível, borra, resíduos de petróleo e produtos refinados;

IX – mistura oleosa: mistura de água e óleo, em qualquer proporção;

X – substância nociva ou perigosa: qualquer substância que, se descarregada nas águas, é capaz de gerar riscos ou causar danos à saúde humana, ao ecossistema aquático ou prejudicar o uso da água e de seu entorno;

XI – descarga: qualquer despejo, escape, derrame, vazamento, esvaziamento, lançamento para fora ou bombeamento de substâncias nocivas ou perigosas, em qualquer quantidade, a partir de um navio, porto organizado, instalação portuária, duto, plataforma ou suas instalações de apoio;

XII – porto organizado: porto construído e aparelhado para atender às necessidades da navegação e da movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de uma autoridade portuária;

XIII – instalação portuária ou terminal: instalação explorada por pessoa jurídica de direito público ou privado, dentro ou fora da área do porto organizado, utilizada na movimentação e armazenagem de mercadorias destinadas ou provenientes de transporte aquaviário;

XIV – incidente: qualquer descarga de substância nociva ou perigosa, decorrente de fato ou ação intencional ou acidental que ocasione risco potencial, dano ao meio ambiente ou à saúde humana;

XV – lixo: todo tipo de sobra de víveres e resíduos resultantes de faxinas e trabalhos rotineiros nos navios, portos organizados, instalações portuárias, plataformas e suas instalações de apoio;

XVI – alijamento: todo despejo deliberado de resíduos e outras substâncias efetuado por embarcações, plataformas, aeronaves e outras instalações, inclusive seu afundamento intencional em águas sob jurisdição nacional;

XVII – lastro limpo: água de lastro contida em um tanque que, desde que transportou óleo pela última vez, foi submetido a limpeza em nível tal que, se esse lastro fosse descarregado pelo navio parado em águas limpas e tranquilas, em dia claro, não produziria traços visíveis de óleo na superfície da água ou no litoral adjacente, nem produziria borra ou emulsão sob a superfície da água ou sobre o litoral adjacente;

XVIII – tanque de resíduos: qualquer tanque destinado especificamente a depósito provisório dos líquidos de drenagem e lavagem de tanques e outras misturas e resíduos;

XIX – plano de emergência: conjunto de medidas que determinam e estabelecem as responsabilidades setoriais e as ações a serem desencadeadas imediatamente após um incidente, bem como definem os recursos humanos, materiais e equipamentos adequados à prevenção, controle e combate à poluição das águas;

XX – plano de contingência: conjunto de procedimentos e ações que visam à integração dos diversos planos de emergência setoriais, bem como a definição dos recursos humanos, materiais e equipamentos complementares para a prevenção, controle e combate da poluição das águas;

XXI – órgão ambiental ou órgão de meio ambiente: órgão do poder executivo federal, estadual ou municipal, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), responsável pela fiscalização, controle e proteção ao meio ambiente no âmbito de suas competências;

XXII – autoridade marítima: autoridade exercida diretamente pelo Comandante da Marinha, responsável pela salvaguarda da vida humana e segurança da navegação no mar aberto e hidrovias interiores, bem como pela prevenção da poluição ambiental causada por navios, plataformas e suas instalações de apoio, além de outros cometimentos a ela conferidos por esta Lei;

XXIII – autoridade portuária: autoridade responsável pela administração do porto organizado, competindo-lhe fiscalizar as operações portuárias e zelar para que os serviços se realizem com regularidade, eficiência, segurança e respeito ao meio ambiente;

XXIV – órgão regulador da indústria do petróleo: órgão do poder executivo federal, responsável pela regulação, contratação e fiscalização das atividades econômicas da indústria do petróleo, sendo tais atribuições exercidas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, são consideradas águas sob jurisdição nacional:

I – águas interiores;

- a) as compreendidas entre a costa e a linha-de-base reta, a partir de onde se mede o mar territorial;
- b) as dos portos;
- c) as das baías;
- d) as dos rios e de suas desembocaduras;
- e) as dos lagos, das lagoas e dos canais;
- f) as dos arquipélagos;
- g) as águas entre os baixios a descoberta e a costa;

II – águas marítimas, todas aquelas sob jurisdição nacional que não sejam interiores.

Art. 4º Para os efeitos desta Lei, as substâncias nocivas ou perigosas classificam-se nas seguintes categorias, de acordo com o risco produzido quando descarregadas na água:

I – categoria A: alto risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático;

II – categoria B: médio risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático;

III – categoria C: risco moderado tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático;

IV – categoria D: baixo risco tanto para a saúde humana como para o ecossistema aquático.

Parágrafo único. O órgão federal de meio ambiente divulgará e manterá atualizada a lista das substâncias classificadas neste artigo, devendo a classificação ser, no mínimo, tão completa e rigorosa quanto a estabelecida pela Marpol 73/78.

Capítulo II - dos sistemas de prevenção, controle e combate da poluição

Art. 5º Todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da

poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º A definição das características das instalações e meios destinados ao recebimento e tratamento de resíduos e ao combate da poluição será feita mediante estudo técnico, que deverá estabelecer, no mínimo:

I – as dimensões das instalações;

II – a localização apropriada das instalações;

III – a capacidade das instalações de recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos, padrões de qualidade e locais de descarga de seus efluentes;

IV – os parâmetros e a metodologia de controle operacional;

V – a quantidade e o tipo de equipamentos, materiais e meios de transporte destinados a atender situações emergenciais de poluição;

VI – a quantidade e a qualificação do pessoal a ser empregado;

VII – o cronograma de implantação e o início de operação das instalações.

§ 2º O estudo técnico a que se refere o parágrafo anterior deverá levar em conta o porte, o tipo de carga manuseada ou movimentada e outras características do porto organizado, instalação portuária ou plataforma e suas instalações de apoio.

§ 3º As instalações ou meios destinados ao recebimento e tratamento de resíduos e ao combate da poluição poderão ser exigidos das instalações portuárias especializadas em outras cargas que não óleo e substâncias nocivas ou perigosas, bem como dos estaleiros, marinas, clubes náuticos e similares, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 6º As entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias e os proprietários ou operadores de plataformas deverão elaborar manual de procedimento interno para o gerenciamento dos riscos de poluição, bem como para a gestão dos diversos resíduos gerados ou provenientes das atividades de movimentação e armazenamento de óleo e substâncias nocivas ou perigosas, o qual deverá ser aprovado pelo órgão ambiental competente, em conformidade com a legislação, normas e diretrizes técnicas vigentes.

Art. 7º Os portos organizados, instalações portuárias e plataformas, bem como suas instalações de apoio, deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas, os quais serão submetidos à aprovação do órgão ambiental competente.

§ 1º No caso de áreas onde se concentrem portos organizados, instalações portuárias ou plataformas, os planos de emergência individuais serão consolidados na forma de um único plano de emergência para toda a área sujeita ao risco de poluição, o qual deverá estabelecer os mecanismos de ação conjunta a serem implementados, observado o disposto nesta Lei e nas demais normas e diretrizes vigentes.

§ 2º A responsabilidade pela consolidação dos planos de emergência individuais em um único plano de emergência para a área envolvida cabe às entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias, e aos proprietários ou operadores de plataformas, sob a coordenação do órgão ambiental competente.

Art. 8º Os planos de emergência mencionados no artigo anterior serão consolidados pelo órgão ambiental competente, na forma de planos de contingência locais ou regionais, em articulação com os órgãos de defesa civil.

Parágrafo único. O órgão federal de meio ambiente, em consonância com o disposto na OPRC/90, consolidará os planos de contingência locais e regionais na forma do Plano

Nacional de Contingência, em articulação com os órgãos de defesa civil.

Art. 9º As entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias e os proprietários ou operadores de plataformas e suas instalações de apoio deverão realizar auditorias ambientais bienais, independentes, com o objetivo de avaliar os sistemas de gestão e controle ambiental em suas unidades.

Capítulo III - do transporte de óleo e substâncias nocivas ou perigosas

Art. 10. As plataformas e os navios com arqueação bruta superior a cinqüenta que transportem óleo, ou o utilizem para sua movimentação ou operação, portarão a bordo, obrigatoriamente, um livro de registro de óleo, aprovado nos termos da Marpol 73/78, que poderá ser requisitado pela autoridade marítima, pelo órgão ambiental competente e pelo órgão regulador da indústria do petróleo, e no qual serão feitas anotações relativas a todas as movimentações de óleo, lastro e misturas oleosas, inclusive as entregas efetuadas às instalações de recebimento e tratamento de resíduos.

Art. 11. Todo navio que transportar substância nociva ou perigosa a granel deverá ter a bordo um livro de registro de carga, nos termos da Marpol 73/78, que poderá ser requisitado pela autoridade marítima, pelo órgão ambiental competente e pelo órgão regulador da indústria do petróleo, e no qual serão feitas anotações relativas às seguintes operações:

- I – carregamento;
- II – descarregamento;
- III – transferências de carga, resíduos ou misturas para tanques de resíduos;
- IV – limpeza dos tanques de carga;
- V – transferências provenientes de tanques de resíduos;
- VI – lastreamento de tanques de carga;
- VII – transferências de águas de lastro sujo para o meio aquático;
- VIII – descargas nas águas, em geral.

Art. 12. Todo navio que transportar substância nociva ou perigosa de forma fracionada, conforme estabelecido no Anexo III da Marpol 73/78, deverá possuir e manter a bordo documento que a especifique e forneça sua localização no navio, devendo o agente ou responsável conservar cópia do documento até que a substância seja desembarcada.

§ 1º As embalagens das substâncias nocivas ou perigosas devem conter a respectiva identificação e advertência quanto aos riscos, utilizando a simbologia prevista na legislação e normas nacionais e internacionais em vigor.

§ 2º As embalagens contendo substâncias nocivas ou perigosas devem ser devidamente estivadas e amarradas, além de posicionadas de acordo com critérios de compatibilidade com outras cargas existentes a bordo, atendidos os requisitos de segurança do navio e de seus tripulantes, de forma a evitar acidentes.

Art. 13. Os navios enquadrados na CLC/69 deverão possuir o certificado ou garantia financeira equivalente, conforme especificado por essa convenção, para que possam trafegar ou permanecer em águas sob jurisdição nacional.

Art. 14. O órgão federal de meio ambiente deverá elaborar e atualizar, anualmente, lista de substâncias cujo transporte seja proibido em navios ou que exijam medidas e cuidados especiais durante a sua movimentação.

capítulo IV - da descarga de óleo, substâncias nocivas ou perigosas e lixo

Art. 15. É proibida a descarga, em águas sob jurisdição nacional, de substâncias nocivas ou perigosas classificadas na categoria "A", definida no art. 4º desta Lei, inclusive

aquelas provisoriamente classificadas como tal, além de água de lastro, resíduos de lavagem de tanques ou outras misturas que contenham tais substâncias.

§ 1º A água subseqüentemente adicionada ao tanque lavado em quantidade superior a cinco por cento do seu volume total só poderá ser descarregada se atendidas cumulativamente as seguintes condições:

I – a situação em que ocorrer o lançamento enquadre-se nos casos permitidos pela Marpol 73/78;

II – o navio não se encontre dentro dos limites de área ecologicamente sensível;

III – os procedimentos para descarga sejam devidamente aprovados pelo órgão ambiental competente.

§ 2º É vedada a descarga de água subseqüentemente adicionada ao tanque lavado em quantidade inferior a cinco por cento do seu volume total.

Art. 16. É proibida a descarga, em águas sob jurisdição nacional, de substâncias classificadas nas categorias "B", "C", e "D", definidas no art. 4º desta Lei, inclusive aquelas provisoriamente classificadas como tais, além de água de lastro, resíduos de lavagem de tanques e outras misturas que as contenham, exceto se atendidas cumulativamente as seguintes condições:

I – a situação em que ocorrer o lançamento enquadre-se nos casos permitidos pela Marpol 73/78;

II – o navio não se encontre dentro dos limites de área ecologicamente sensível;

III – os procedimentos para descarga sejam devidamente aprovados pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Os esgotos sanitários e as águas servidas de navios, plataformas e suas instalações de apoio equiparam-se, em termos de critérios e condições para lançamento, às substâncias classificadas na categoria "C", definida no art. 4º desta Lei.

§ 2º Os lançamentos de que trata o parágrafo anterior deverão atender também às condições e aos regulamentos impostos pela legislação de vigilância sanitária.

Art. 17. É proibida a descarga de óleo, misturas oleosas e lixo em águas sob jurisdição nacional, exceto nas situações permitidas pela Marpol 73/78, e não estando o navio, plataforma ou similar dentro dos limites de área ecologicamente sensível, e os procedimentos para descarga sejam devidamente aprovados pelo órgão ambiental competente.

§ 1º No descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas aplica-se a regulamentação ambiental específica.

§ 2º (VETADO)

§ 3º Não será permitida a descarga de qualquer tipo de plástico, inclusive cabos sintéticos, redes sintéticas de pesca e sacos plásticos.

Art. 18. Exceto nos casos permitidos por esta Lei, a descarga de lixo, água de lastro, resíduos de lavagem de tanques e porões ou outras misturas que contenham óleo ou substâncias nocivas ou perigosas de qualquer categoria só poderá ser efetuada em instalações de recebimento e tratamento de resíduos, conforme previsto no art. 5º desta Lei.

Art. 19. A descarga de óleo, misturas oleosas, substâncias nocivas ou perigosas de qualquer categoria, e lixo, em águas sob jurisdição nacional, poderá ser excepcionalmente tolerada para salvaguarda de vidas humanas, pesquisa ou segurança de navio, nos termos do regulamento.

Parágrafo único. Para fins de pesquisa, deverão ser atendidas as seguintes exigências, no mínimo:

- I – a descarga seja autorizada pelo órgão ambiental competente, após análise e aprovação do programa de pesquisa;
- II – esteja presente, no local e hora da descarga, pelo menos um representante do órgão ambiental que a houver autorizado;
- III – o responsável pela descarga coloque à disposição, no local e hora em que ela ocorrer, pessoal especializado, equipamentos e materiais de eficiência comprovada na contenção e eliminação dos efeitos esperados.

Art. 20. A descarga de resíduos sólidos das operações de perfuração de poços de petróleo será objeto de regulamentação específica pelo órgão federal de meio ambiente.

Art. 21. As circunstâncias em que a descarga, em águas sob jurisdição nacional, de óleo e substâncias nocivas ou perigosas, ou misturas que os contenham, de água de lastro e de outros resíduos poluentes for autorizada não desobrigam o responsável de reparar os danos causados ao meio ambiente e de indenizar as atividades econômicas e o patrimônio público e privado pelos prejuízos decorrentes dessa descarga.

Art. 22. Qualquer incidente ocorrido em portos organizados, instalações portuárias, dutos, navios, plataformas e suas instalações de apoio, que possa provocar poluição das águas sob jurisdição nacional, deverá ser imediatamente comunicado ao órgão ambiental competente, à Capitania dos Portos e ao órgão regulador da indústria do petróleo, independentemente das medidas tomadas para seu controle.

Art. 23. A entidade exploradora de porto organizado ou de instalação portuária, o proprietário ou operador de plataforma ou de navio, e o concessionário ou empresa autorizada a exercer atividade pertinente à indústria do petróleo, responsáveis pela descarga de material poluente em águas sob jurisdição nacional, são obrigados a ressarcir os órgãos competentes pelas despesas por eles efetuadas para o controle ou minimização da poluição causada, independentemente de prévia autorização e de pagamento de multa.

Parágrafo único. No caso de descarga por navio não possuidor do certificado exigido pela CLC/69, a embarcação será retida e só será liberada após o depósito de caução como garantia para pagamento das despesas decorrentes da poluição.

Art. 24. A contratação, por órgão ou empresa pública ou privada, de navio para realização de transporte de óleo ou de substância enquadrada nas categorias definidas no art. 4º desta Lei só poderá efetuar-se após a verificação de que a empresa transportadora esteja devidamente habilitada para operar de acordo com as normas da autoridade marítima.

capítulo V - das infrações e das sanções

Art. 25. São infrações, punidas na forma desta Lei:

- I – descumprir o disposto nos arts. 5º, 6º e 7º: Pena – multa diária;
- II – descumprir o disposto nos arts. 9º e 22: Pena – multa;
- III – descumprir o disposto nos arts. 10, 11 e 12: Pena – multa e retenção do navio até que a situação seja regularizada;
- IV – descumprir o disposto no art. 24: Pena – multa e suspensão imediata das atividades da empresa transportadora em situação irregular.

§ 1º Respondem pelas infrações previstas neste artigo, na medida de sua ação ou omissão:

- I – o proprietário do navio, pessoa física ou jurídica, ou quem legalmente o

represente;

II – o armador ou operador do navio, caso este não esteja sendo armado ou operado pelo proprietário;

III – o concessionário ou a empresa autorizada a exercer atividades pertinentes à indústria do petróleo;

IV – o comandante ou tripulante do navio;

V – a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que legalmente represente o porto organizado, a instalação portuária, a plataforma e suas instalações de apoio, o estaleiro, a marina, o clube náutico ou instalação similar;

VI – o proprietário da carga.

§ 2º O valor da multa de que trata este artigo será fixado no regulamento desta Lei, sendo o mínimo de R\$ 7.000,00 (sete mil reais) e o máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

§ 3º A aplicação das penas previstas neste artigo não isenta o agente de outras sanções administrativas e penais previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e em outras normas específicas que tratem da matéria, nem da responsabilidade civil pelas perdas e danos causados ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado.

Art. 26. A inobservância ao disposto nos arts. 15, 16, 17 e 19 será punida na forma da [Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998](#), e seu regulamento.

capítulo VI - disposições finais e complementares

Art. 27. São responsáveis pelo cumprimento desta Lei:

I – a autoridade marítima, por intermédio de suas organizações competentes, com as seguintes atribuições:

a) fiscalizar navios, plataformas e suas instalações de apoio, e as cargas embarcadas, de natureza nociva ou perigosa, atuando os infratores na esfera de sua competência;

b) levantar dados e informações e apurar responsabilidades sobre os incidentes com navios, plataformas e suas instalações de apoio que tenham provocado danos ambientais;

c) encaminhar os dados, informações e resultados de apuração de responsabilidades ao órgão federal de meio ambiente, para avaliação dos danos ambientais e início das medidas judiciais cabíveis;

d) comunicar ao órgão regulador da indústria do petróleo irregularidades encontradas durante a fiscalização de navios, plataformas e suas instalações de apoio, quando atinentes à indústria do petróleo;

II – o órgão federal de meio ambiente, com as seguintes atribuições:

a) realizar o controle ambiental e a fiscalização dos portos organizados, das instalações portuárias, das cargas movimentadas, de natureza nociva ou perigosa, e das plataformas e suas instalações de apoio, quanto às exigências previstas no licenciamento ambiental, atuando os infratores na esfera de sua competência;

b) avaliar os danos ambientais causados por incidentes nos portos organizados, dutos, instalações portuárias, navios, plataformas e suas instalações de apoio;

c) encaminhar à Procuradoria-Geral da República relatório circunstanciado sobre os incidentes causadores de dano ambiental para a propositura das medidas judiciais necessárias;

d) comunicar ao órgão regulador da indústria do petróleo irregularidades encontradas durante a fiscalização de navios, plataformas e suas instalações de apoio, quando atinentes à indústria do petróleo;

III – o órgão estadual de meio ambiente com as seguintes competências:

a) realizar o controle ambiental e a fiscalização dos portos organizados, instalações portuárias, estaleiros, navios, plataformas e suas instalações de apoio, avaliar os danos ambientais causados por incidentes ocorridos nessas unidades e elaborar relatório circunstanciado, encaminhando-o ao órgão federal de meio ambiente;

b) dar início, na alçada estadual, aos procedimentos judiciais cabíveis a cada caso;

c) comunicar ao órgão regulador da indústria do petróleo irregularidades encontradas durante a fiscalização de navios, plataformas e suas instalações de apoio, quando atinentes à indústria do petróleo;

d) autuar os infratores na esfera de sua competência;

IV – o órgão municipal de meio ambiente, com as seguintes competências:

a) avaliar os danos ambientais causados por incidentes nas marinas, clubes náuticos e outros locais e instalações similares, e elaborar relatório circunstanciado, encaminhando-o ao órgão estadual de meio ambiente;

b) dar início, na alçada municipal, aos procedimentos judiciais cabíveis a cada caso;

c) autuar os infratores na esfera de sua competência;

V – o órgão regulador da indústria do petróleo, com as seguintes competências:

a) fiscalizar diretamente, ou mediante convênio, as plataformas e suas instalações de apoio, os dutos e as instalações portuárias, no que diz respeito às atividades de pesquisa, perfuração, produção, tratamento, armazenamento e movimentação de petróleo e seus derivados e gás natural;

b) levantar os dados e informações e apurar responsabilidades sobre incidentes operacionais que, ocorridos em plataformas e suas instalações de apoio, instalações portuárias ou dutos, tenham causado danos ambientais;

c) encaminhar os dados, informações e resultados da apuração de responsabilidades ao órgão federal de meio ambiente;

d) comunicar à autoridade marítima e ao órgão federal de meio ambiente as irregularidades encontradas durante a fiscalização de instalações portuárias, dutos, plataformas e suas instalações de apoio;

e) autuar os infratores na esfera de sua competência.

§ 1º A Procuradoria-Geral da República comunicará previamente aos ministérios públicos estaduais a propositura de ações judiciais para que estes exerçam as faculdades previstas no § 5º do art. 5º da Lei nº7.347, de 24 de julho de 1985, na redação dada pelo art. 113 da [Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990](#) - Código de Defesa do Consumidor.

§ 2º A negligência ou omissão dos órgãos públicos na apuração de responsabilidades pelos incidentes e na aplicação das respectivas sanções legais implicará crime de responsabilidade de seus agentes.

Art. 28. O órgão federal de meio ambiente, ouvida a autoridade marítima, definirá a localização e os limites das áreas ecologicamente sensíveis, que deverão constar das cartas náuticas nacionais.

Art. 29. Os planos de contingência estabelecerão o nível de coordenação e as atribuições dos diversos órgãos e instituições públicas e privadas neles envolvidas.

Parágrafo único. As autoridades a que se referem os incisos XXI, XXII, XXIII e XXIV do art. 2º desta Lei atuarão de forma integrada, nos termos do regulamento.

Art. 30. O alijamento em águas sob jurisdição nacional deverá obedecer às condições previstas na Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, de 1972, promulgada pelo Decreto nº 87.566, de 16 de setembro de 1982, e suas alterações.

Art. 31. Os portos organizados, as instalações portuárias e as plataformas já em operação terão os seguintes prazos para se adaptarem ao que dispõem os arts. 5º, 6º e 7º:

I – trezentos e sessenta dias a partir da data de publicação desta Lei, para elaborar e submeter à aprovação do órgão federal de meio ambiente o estudo técnico e o manual de procedimento interno a que se referem, respectivamente, o § 1º do art. 5º e o art. 6º;

II – trinta e seis meses, após a aprovação a que se refere o inciso anterior, para colocar em funcionamento as instalações e os meios destinados ao recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e ao controle da poluição, previstos no art. 5º, incluindo o pessoal adequado para operá-los;

III – cento e oitenta dias a partir da data de publicação desta Lei, para apresentar ao órgão ambiental competente os planos de emergência individuais a que se refere o *caput* do art. 7º.

Art. 32. Os valores arrecadados com a aplicação das multas previstas nesta Lei serão destinados aos órgãos que as aplicarem, no âmbito de suas competências.

Art. 33. O Poder Executivo regulamentará esta Lei, no que couber, no prazo de trezentos e sessenta dias da data de sua publicação.

Art. 34. Esta Lei entra em vigor noventa dias da data de sua publicação.

Art. 35. Revogam-se a [Lei nº 5.357, de 17 de novembro de 1967](#), e o [§ 4º do art. 14 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981](#).

Brasília, 28 de abril de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO
Helio Vitor Ramos Filho

Este texto na substitui o publicado no D.O.U. de 29.4.2000 (Edição extra)