

**MARINHA DO BRASIL  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS – APMA**

**POLUIÇÃO CAUSADA POR DERRAME DE ÓLEO E A ADOÇÃO DE  
PROCEDIMENTOS PELA TRIPULAÇÃO NO COMBATE E PREVENÇÃO DE  
ACORDO COM O PLANO DE CONTINGÊNCIA**

**RIO DE JANEIRO  
2014**

**JOSÉ MESSIAS SARAIVA**

**POLUIÇÃO CAUSADA POR DERRAME DE ÓLEO E A ADOÇÃO DE  
PROCEDIMENTOS PELA TRIPULAÇÃO NO COMBATE E PREVENÇÃO DE  
ACORDO COM O PLANO DE CONTINGÊNCIA**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientadora: 1º Ten. (RM2-T) **Raquel da Costa Apolaro.**

**RIO DE JANEIRO  
2014**

**JOSÉ MESSIAS SARAIVA**

**POLUIÇÃO CAUSADA POR DERRAME DE ÓLEO E A ADOÇÃO DE  
PROCEDIMENTOS PELA TRIPULAÇÃO NO COMBATE E PREVENÇÃO DE  
ACORDO COM O PLANO DE CONTINGÊNCIA**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientadora: 1º Ten. (RM2-T) **Raquel** da Costa **Apolaro**.  
Mestre em Educação

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

Aos meus queridos pais, esposa, filhos,  
professores e a todos aqueles que me  
auxiliaram no desenvolvimento deste  
trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu DEUS, razão da minha existência; e à minha amada esposa Ana Sheila.

## RESUMO

Os derramamentos de óleo nos meios hídricos (mares, baías, rios, bacias fluviais) tendem a provocar grande degradação ao meio ambiente e a todo o ecossistema do qual faz parte, como animais, plantas e os seres humanos. Vale ressaltar que a maioria deles pode ser evitada se forem tomadas as medidas preventivas necessárias para minimizar os riscos de vazamentos de óleo. As grandes quantidades de substâncias tóxicas que se alojam nos ecossistemas provocam uma lenta recuperação do mesmo. Em resposta as catástrofes que ocorreram no passado e para diminuir o impacto das agressões ao meio ambiente; importantes Convenções Internacionais e Legislação de âmbito nacional foram criadas para determinar e padronizar regras e procedimentos preventivos e corretivos, melhorando e uniformizando os padrões em países e nos navios em geral. Infelizmente o maior inimigo parece ser o interesse econômico que vem em primeiro lugar em relação à preservação do meio ambiente. A busca por melhores tecnologias deve ser contínua, para que seja reduzida a agressão ao meio ambiente hídrico. O respeito e a preservação ao meio ambiente devem ser elementos primordiais e constantes no desenvolvimento das atividades econômicas marítimas. Pesquisas sobre novos métodos, produtos de contenção e recolhimento a serem usados em um derramamento, têm avançado constantemente, levando a um melhor aproveitamento em situações emergenciais. Porém, a disputa das empresas petrolíferas em se destacarem, levando a busca desenfreada de lucro sem medir as consequências juntamente da negligência humana, são os maiores obstáculos a serem vencidos através da conscientização.

Palavras chave: Óleo. Poluição. Meio ambiente. Prevenção. Preservação.

## **ABSTRACT**

Oil spills in water resources (seas, bays, rivers, river basins) tend to cause great degradation of the environment and the entire ecosystem of which it is part, as animals, plants and humans. It is noteworthy that most of them can be avoided if the necessary preventive measures are taken to minimize the risk of oil spills. Large quantities of toxic substances that lodge in ecosystems causing a slow recovery of the same. In response to the disasters that have occurred in the past and to minimize the impact of attacks on the environment; relevant National Legislation and International Conventions worldwide were created to determine and standardize procedures and preventive and corrective procedures, standardizing and improving standards in countries and ships in general. Unfortunately the biggest enemy seems to be the economic interest that comes first in relation to the preservation of the environment. The search for better technologies must be continuous to be reduced harm to the water environment. Respect and preserve the environment should be paramount and constant development of maritime economic activities elements. Research on new methods, product containment and collection to be used in a spill, have advanced steadily, leading to a better use in emergency situations. However, the dispute in the oil companies stand out, leading to unbridled pursuit of profit without considering the consequences of human negligence together, are major obstacles to be overcome through awareness.

Keywords: Oil. Pollution. Environment. Prevention. Preservation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Ave contaminada por óleo derramado	19
<b>Figura 2 -</b>	Praia contaminada pelo derrame de óleo	20
<b>Figura 3 -</b>	Impacto no ecossistema costeiro	21
<b>Figura 4 -</b>	Localização dos grandes derrames no mundo	25
<b>Figura 5 -</b>	Grandes derrames (> 700 toneladas) em percentual, registrados de 1970 a 2009, por década	26
<b>Figura 6 -</b>	Quantidades de óleo derramado > 7 toneladas	28
<b>Figura 7 -</b>	Derrames > 7 toneladas por década, mostrando a influência de um número relativamente pequeno comparativamente aos grandes derrames sobre o valor global	29
<b>Figura 8 -</b>	Incidência de derrames < 7 toneladas, por operação no momento do incidente, 1974 – 2013	31
<b>Figura 9 -</b>	Incidência de derrames < 7 toneladas por causa, 1974 – 2013	31
<b>Figura 10 -</b>	Incidência de derrames de 7-700 toneladas por operação no momento do incidente, 1970 – 2013	32
<b>Figura 11 -</b>	Incidência de derrames de 7-700 toneladas por causa, 1970 – 2013	33
<b>Figura 12 -</b>	Incidência de derrames > 700 toneladas por operação no momento do incidente, 1970 – 2013	34
<b>Figura 13 -</b>	Incidência de derrames > 700 toneladas por causa, 1970 – 2013	34
<b>Figura 14 -</b>	Processos de degradação do óleo derramado	40
<b>Figura 15 -</b>	Kit SOPEP	60
<b>Figura 16 -</b>	Modelo de “Skimmer”	62
<b>Figura 17 -</b>	Modelo de “Skimmer”	62
<b>Figura 18 -</b>	Utilização de barreira absorvente	64
<b>Figura 19 -</b>	Figura 19 - Embarcação de apoio para o lançamento da barreira	66
<b>Figura 20 -</b>	Lançamento da barreira	66
<b>Figura 21 -</b>	Lançamento da barreira	67
<b>Figura 22 -</b>	Configuração de barreira em “U”	68
<b>Figura 23 -</b>	Configuração de barreira em “J”	68
<b>Figura 24 -</b>	Aplicação de dispersante por embarcações OSRV	70
<b>Figura 25 -</b>	Processo de Queima In Situ	71



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Maiores derrames de óleo desde 1967	24
Tabela 2 -	Número de derrames acima de 7 toneladas	27
Tabela 3 -	Incidência de derrames < 7 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1974 - 2013	32
Tabela 4 -	Incidência de derrames de 7-700 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1970 – 2013	33
Tabela 5 -	Incidência de derrames > 700 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1970 – 2013	35

## LISTA DE SIGLAS

- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EPI – Equipamento de proteção individual.
- IMO – Organização Marítima Internacional.
- ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation (Federação Internacional de Armadores de Petroleiros para Controle da Poluição)
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais
- MARPOL – Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
- PC – Plano de Contingência
- OILPOL – Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo
- OPRC – Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição.
- PCE – Plano de Controle de Emergência.
- PEI – Plano de Emergência Individual para Incidentes de Poluição por Óleo
- P & I CLUB – Protection and Indemnity Club. Seguradora de Clube de Armadores
- PNC – Plano Nacional de Contingência
- RCC – Rescue Coordination Center. Centro de Coordenação de Resgate
- SERS – Serviço de Respostas a Emergências do Lloyd's Register
- SOLAS – Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar
- SOPEP – Plano de Emergência para Prevenção a Poluição por Óleo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>POLUIÇÃO CAUSADA POR DERRAME DE ÓLEO NO MAR</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>O Transporte marítimo e o desenvolvimento sustentável</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>O impacto causado ao meio ambiente e ao ecossistema</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Fatores que determinam o grau de impacto no ecossistema costeiro</b>	<b>21</b>
2.3.1	Tipos e quantidade de petróleo	21
2.3.2	Amplitude das marés	21
2.3.3	Época do ano e local	22
2.3.4	Grau de hidrodinamismo	22
<b>2.4</b>	<b>Estatísticas de derrames de óleo no mar</b>	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>As causas de derrames</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Toxidade dos óleos</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Aspectos físicos e químicos do óleo</b>	<b>37</b>
3.2.1	Volatilidade	38
3.2.2	Viscosidade	38
3.2.3	Fluidez ou “Pour Point”	39
3.2.4	Tensão superficial	39
3.2.5	Ponto de ignição ou “Flash Point”	39
3.2.6	Solubilidade	39
<b>3.3</b>	<b>Comportamento do óleo na água</b>	<b>39</b>
3.3.1	Espalhamento	40
3.3.2	Oxidação	41
3.3.3	Dispersão	41
3.3.4	Evaporação	42
3.3.5	Emulsificação	42
3.3.6	Dissolução	42
3.3.7	Biodegradação	43
3.3.8	Sedimentação	43
<b>4</b>	<b>PLANO DE CONTINGÊNCIA</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Definição e legislação aplicável</b>	<b>44</b>

<b>4.2</b>	<b>Origem das ações de prevenção e combate</b>	45
<b>4.3</b>	<b>Estratégias operacionais de resposta</b>	46
<b>4.4</b>	<b>Objetivos do Plano de Contingência para Navios Petroleiros</b>	47
<b>4.5</b>	<b>Procedimentos de notificação</b>	48
4.5.1	Relator do incidente	49
4.5.2	A Informação que deve ser emitida	49
4.5.3	Quem deve ser notificado	50
4.5.3.1	As autoridades costeiras e portuárias	50
4.5.3.2	Empresa	50
4.5.4	Transmissão dos relatórios	51
4.5.5	Informações fornecidas	52
4.5.6	Relatórios de acompanhamento	52
4.5.7	Controle de derrames	53
<b>4.6</b>	<b>Ações prioritárias</b>	54
<b>4.7</b>	<b>Ações mitigadoras</b>	55
<b>4.8</b>	<b>Vazamentos em operações</b>	55
4.8.1	Vazamento em transferência	56
4.8.2	Transbordo de tanques	56
4.8.3	Vazamento pelo costado	56
4.8.4	Vazamento por motivos de acidente	56
<b>4.9</b>	<b>Esforços e estabilidade no caso de avarias</b>	56
<b>4.10</b>	<b>Plano de contingência de acordo com a Convenção MARPOL</b>	57
4.10.1	Treinamentos	58
4.10.2	Exercícios	58
4.10.3	Registros	58
4.10.4	Coleta de amostras de óleo	59
<b>4.11</b>	<b>Kit de combate à poluição (Kit SOPEP)</b>	59
<b>5</b>	<b>BARREIRA DE CONTENÇÃO E “SKIMMER”</b>	61
<b>5.1</b>	<b>“Skimmer”</b>	61
5.1.1	Funcionamento do “Skimmer”	62
<b>5.2</b>	<b>Barreira de contenção</b>	63
5.2.1	Tipos de barreiras	64
5.2.2	Composição da barreira convencional	65

5.2.3	Lançamento da barreira de contenção	65
<b>6</b>	<b>OUTRAS ALTERNATIVAS NO COMBATE À POLUIÇÃO</b>	<b>69</b>
<b>6.1</b>	<b>Dispersantes químicos</b>	<b>69</b>
6.1.1	Critérios para aplicação	70
6.1.2	Métodos e formas de aplicação	70
<b>6.2</b>	<b>Queima <i>In Situ</i></b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os derivados de hidrocarbonetos, dentre eles o petróleo, representam hoje a maior fonte de energia e de inúmeros derivados que constituem a base do sistema energético mundial.

A descoberta e produção de petróleo teve início na própria superfície terrestre a poucos metros de profundidade. Posteriormente, tornou-se necessária a escavação de petróleo em profundidades cada vez maiores, o que se tornou um desafio para o desenvolvimento de novas tecnologias. Com o aumento da produção, o aumento da demanda mundial por produtos e com a diminuição das distâncias em relação ao comércio marítimo, houve a necessidade de uma maior produção de energia para atender o crescente consumo, sendo necessária a busca nos mais diversos locais.

A saída encontrada foi a extração de petróleo no fundo do mar, com a perfuração de poços em alto mar e plataformas para dar estrutura física a essa busca. Para isso é necessário uma série de aparatos para dar conta dessa nova forma de produção.

Uma dessas estruturas são as embarcações que trabalham suprindo a produção e transporte de petróleo, derivados e materiais para a execução das atividades desenvolvidas. Existem vários tipos de embarcações responsáveis por várias tarefas, como: produzir, armazenar, transportar, transferir, descartar resíduos gerados durante a extração do petróleo, dar suporte, movimentar plataformas, ancorar plataformas, lançar dutos, recolher óleo derramado, etc.

As pessoas envolvidas nessa cadeia produtiva devem estar sempre preparadas, ou seja, devem ser adequadamente qualificados, tenham conhecimentos, e dominem técnicas e treinamentos para prevenção de qualquer acidente que possa vir a ocorrer. Em caso de vazamento e/ou derramamento de óleo e resíduos oleosos devem saber prontamente os procedimentos a serem realizados. Acima de tudo é necessário conhecer os problemas, as consequências e os males que um vazamento de óleo pode causar ao meio ambiente, pessoas e a sociedade, bem como conhecer seu histórico.

Tais acidentes possivelmente podem necessitar da utilização intensa de recursos materiais, financeiros e humanos. O uso do Plano de Contingência para Atendimento a Derramamentos de Óleo é considerado o modo mais eficiente de planejamento para combate a eventos de derramamento de óleo. O Plano de Contingência tem por objetivo primeiramente a precaução e em seguida medidas para minimizar a ocorrência de acidentes com danos ao meio ambiente de forma imediata.

Os problemas de vazamento e/ou derramamento de petróleo e/ou resíduos oleosos no meio hídrico estão mais susceptíveis de acontecerem nas operações de carregamento e de descarregamento dos navios e embarcações; principalmente em alto mar onde essas unidades estão mais susceptíveis as condições do tempo de forma mais ampla. Em caso de vazamento, além do Plano de Contingência existem ainda outros meios muito utilizados como o uso de embarcação equipada com Barreira de Contenção, como também o processo do uso da queima e através de uso de dispersantes.

No Brasil, o IBAMA exige uma série de requisitos para que o dispersante possa ser regulamentado, mas vale lembrar que existe esse recurso, porém também suas consequências. O processo de queima é mais adotado para produtos não persistentes. Já a barreira é utilizada com o intuito de conter o óleo e/ou resíduos para que possam ser recolhidos posteriormente, evitando com isso sua dispersão e maiores consequências. Essas formas de combate à poluição devido ao derrame de petróleo e seus derivados serão discutidos no decorrer do trabalho.

## **2 POLUIÇÃO CAUSADA POR DERRAME DE ÓLEO NO MAR**

Inúmeros fatores, tais como: a composição química do óleo, a quantidade derramada, as condições meteorológicas e oceanográficas (ventos, correntes e marés), a posição geográfica e as dimensões da área afetada; determinam as consequências causadas por um derrame de óleo em ambientes costeiros e marinhos.

A enorme toxicidade causada pelos componentes presentes nos derivados de hidrocarbonetos (no caso dos derivados de petróleo) afeta a vida marinha a curto prazo e a longo prazo. A curto prazo, pois causa a morte da vida marinha e a longo prazo, tendo em vista que elementos químicos presentes no óleo podem vir a ser incorporados a carne dos animais marinhos(peixes em geral, crustáceos, algas marinhas, etc); fazendo com que a mesma se torne inadequada ao consumo humano. Tais elementos químicos, mesmo em baixas concentrações, podem interferir nos processos vitais à reprodução da vida marinha presente no ecossistema. Ao ser modificado todo um ciclo reprodutivo, toda essa cadeia alimentar será afetada, acarretando danos irreparáveis ao ecossistema e ao meio ambiente.

Observando a frequência dos acidentes envolvendo derramamentos de óleo, é importante buscar um meio de se remediar o dano causado e a importância da manutenção da qualidade da água do mar e ambientes costeiros.

### **2.1 O Transporte marítimo e o desenvolvimento sustentável**

A poluição dos mares e rios, o problema com a camada de ozônio, o aquecimento global, a destruição da biodiversidade, a exploração intensa e muito acelerada dos recursos naturais, entre outros fatores, tem levado os países e as sociedades em geral a um processo de conscientização ambiental e a mobilização da sociedade pela formulação de políticas de desenvolvimento sustentável.

Explorar recursos naturais, fornecendo produtos ou serviços de qualidade deixou de ser um diferencial competitivo para tornar-se uma obrigação das empresas. Desta forma, cientes do novo papel que lhe está sendo imputado pela sociedade e do diferencial mercadológico que a atitude socialmente responsável



gera, as empresas passaram a introduzir princípios de responsabilidade social nos critérios de gestão e desenvolvimento. Essa nova postura baseada no resgate de princípios éticos e morais passaram a desempenhar um papel fundamental de natureza estratégica, tanto a nível econômico-financeiro como de sobrevivência empresarial.

Conforme estabelece a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.” (*apud* TRANSFERETTI, 2006, p.34).

A exploração de petróleo em alto mar e a respectiva transferência do mesmo para beneficiamento e uso comercial, através do transporte marítimo nas últimas décadas, tem sido um dos grandes responsáveis pelas ocorrências de poluição e danos nos mares e costas; seja através de derramamento de óleo, emissão de gases nocivos à saúde, ou até mesmo, a transferência de espécies marinhas não nativas através das águas de lastro. Tais fatores trazem como principais consequências a destruição da fauna e da flora, prejudicando inclusive a subsistência de populações ribeirinhas e costeiras que dependem economicamente desta biodiversidade.

Como consequência disso, Legislações Ambientais e Normas, como a ISO 9000 e ISO 14001, estão cada vez mais rígidas contra a emissão de poluentes através desses meios de transporte, incluindo aí as medidas da CONVENÇÃO MARPOL (Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios).

Outras Legislações devem ainda ser referenciadas na busca pela redução desta degradação ambiental, dentre elas: A POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, instituída pelo Decreto Federal Nº 6.938 de 31/08/1981; RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237 de 19/12/1997(LICENCIAMENTO AMBIENTAL), que regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental, estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente; A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 1982, promulgada no Brasil pelo Decreto Federal Nº 99.165 de 12/03/1990; a CONVENÇÃO CLC 69 (Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo), promulgada pelo Decreto Federal Nº

79.437 de 28/03/1971 e regulamentada pelo Decreto Federal Nº 83.540 de 04/06/1979; a LEI ESPECIAL DE SEGURANÇA DO TRÁFEGO AQUAVIÁRIO (LESTA) - instituída pela Lei Federal Nº 9.537 de 11/12/1997 e regulamentada pelo Decreto Federal Nº 2.596 de 18/05/1998 - (RLESTA); a LEI DE CRIMES AMBIENTAIS - Lei Nº 9.605 de 12/02/1998, que “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”; LEI DO ÓLEO – Lei Nº 9.966 de 28/04/2000 que 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; DECRETO DO ÓLEO – Decreto Federal Nº 4.136/2002, entre outras.

Tendo em vista que atualmente exista legislação tão consistente (Convenções, Tratados e Acordos Internacionais), bem como uma Legislação Nacional bastante rigorosa no que concerne a proteção do meio ambiente e seus ecossistemas; porque o índice de poluição ambiental ainda hoje é assustador?

No caso específico do Brasil, este possui um litoral com cerca de aproximadamente 9.198Km de extensão, além de 8 grandes bacias hidrográficas, com aproximadamente 48.000Km de rios navegáveis. Essa grande extensão da costa brasileira, bem como o tamanho de sua bacia hidrográfica, dificulta o processo de fiscalização, a exigência do cumprimento das Leis de Proteção Ambiental e a aplicação de penalidades. Neste contexto, a conscientização da sociedade e sua fiscalização tornam-se fatores delimitadores do cumprimento de tais legislações.

## **2.2 O impacto causado ao meio ambiente e ao ecossistema**

A grande quantidade de acidentes ocorridos (nos mares) em um passado não tão distante provocaram enormes prejuízos para as empresas de transportes marítimos e para a sociedade no mundo todo; assim como também causaram enormes perdas e danos ao meio ambiente. A poluição causada ao meio ambiente marinho gerou inúmeros debates e discussões de âmbito nacional e internacional;

como resultado foram criadas inúmeras Convenções, Tratados e Acordos Internacionais com o objetivo de reduzir e/ou evitar esses danos, melhorando os projetos das embarcações, levando a melhores condições de segurança para os marítimos. Bem como estabelecendo regras e limites para prevenir acidentes que causem impacto ambiental.

Os oceanos exercem um papel fundamental no Globo Terrestre porque afinal de contas mais de 70% da superfície terrestre é coberta por água. Nos oceanos ocorrem a maior parte das variações atmosféricas que afetam o clima nos continentes. Neles podemos encontrar uma enorme variedade de espécies de animais e vegetais conhecidas e catalogadas do mundo. Vale destacar também que as algas presentes nos oceanos são responsáveis pela maior realização do fenômeno de fotossíntese tão vital para a vida no planeta.

A extração, produção, beneficiamento e transporte do petróleo podem causar inúmeros impactos ao meio ambiente terrestre e marinho; especificamente em relação ao ambiente marinho, pode destruir o habitat das espécies que ali vivem, causando até a extinção das mesmas. O risco está desde a extração até o consumo, passando pelo transporte que é o principal poluidor em virtude de vazamentos em grande escala, mais comuns em navios petroleiros.

Os efeitos de um derramamento de óleo estão ligados a muitos fatores, além das características do óleo. Deve-se ser levado em conta o local afetado. Em áreas costeiras, onde a profundidade e distância da costa são menores, os impactos são extremamente altos, pois tendem a se manifestar com mais força do que em áreas mais distantes da costa onde não há intensa biodiversidade marinha.

As atividades desenvolvidas pelas plataformas offshore, nas etapas de perfuração e produção, representam grandes riscos de poluição em caso de vazamentos. Essas atividades implicam em impactos adicionais aos da atividade de transporte, como exemplo, o resultado do descarte de fluidos e cascalhos na fase de perfuração. Na fase de produção pode ser citado o descarte de água inibida, revolvimento do assoalho oceânico, emissões atmosféricas, entre outros.

Os critérios adotados para avaliação dos impactos decorrentes de um derramamento de óleo nas atividades offshore são os mesmos para as de transporte, devendo ser considerado o tipo de óleo, as condições climáticas e as áreas afetadas, abrangendo também os impactos sócio-econômicos.

As aves são uma das espécies mais vulneráveis quando o derrame se dá nas proximidades da costa; quando elas ficam totalmente encobertas por óleo, isso irá resultar em perda de temperatura do corpo, perturbações na locomoção, ou em morte por asfixia. O contato físico com o óleo é a principal causa de morte das aves, mas também a inalação dos compostos voláteis. As aves que mergulham para se alimentar no mar são as mais afetadas.

**Figura 1** – Ave contaminada por óleo derramado



Fonte: [www.oceanica.ufrj.com.br](http://www.oceanica.ufrj.com.br).

O combate aos efeitos do óleo nas aves é bastante difícil e requer grande estrutura e o envolvimento de várias pessoas, como biólogos e veterinários, que devem tentar combater vários itens como: stress, hipotermia, desidratação, entre outros. Para isso, serão necessárias áreas para lavar, abrigar, examinar e acomodar os animais, além de equipamentos como aquecedores de água, bacias, detergentes e freezers. Uma equipe de apoio também deve estar disponível com medicamentos e alimentação.

No caso específico dos peixes e crustáceos, que são utilizados comercialmente, a contaminação por óleo os torna impróprios para o consumo humano provocando uma redução da demanda por pescados e conseqüentemente resultando numa redução da atividade pesqueira proporcionando grandes prejuízos à comunidade pesqueira. A mortandade dos peixes se dá por intoxicação e por falta de oxigenação da água na superfície, e no fundo; os peixes morrem por se

alimentarem dos resíduos que afundam. Também ocorre a obstrução ou injúria das brânquias, resultando na necrose dos tecidos.

Como dito anteriormente, a atividade pesqueira é considerada uma das mais afetadas após um derrame de óleo devido à grande mortalidade dos peixes que seriam sua única fonte de alimentação e de renda. A contaminação de uma área afeta muitas atividades além da pesca como, por exemplo, a indústria do turismo, as indústrias que são supridas pela água do mar, as estações de energia situadas próximas da costa e as atividades recreativas, tais como natação, pesca, mergulho e navegação.

A limpeza de áreas atingidas por derramamento de óleo é de elevado custo, acarretando enormes prejuízos às empresas envolvidas e ainda oferece grande risco à saúde pública, uma vez que possam ocorrer explosões, incêndios ou intoxicação. Existem muitos outros fatores associados aos efeitos de um derramamento de petróleo, e muitas outras espécies que são bastante vulneráveis, como pinguins e golfinhos, que acabam morrendo de inanição ou por problemas respiratórios por não receberem o tratamento adequado. Existem outras áreas que estão suscetíveis de serem atingidas por acidentes que envolvam derramamento de óleo tais como: baías, enseadas, arrecifes e bancos de corais, costões rochosos, delta dos rios, lagoas costeiras e praias arenosas, cujos impactos são de extrema relevância, tendo em vista as perdas que podem ser irreparáveis se as técnicas de limpeza não forem empregadas corretamente.

**Figura 2** – Praia contaminada pelo derrame de óleo



Fonte: [www.ebah.com.br](http://www.ebah.com.br).

**Figura 3** – Impacto no ecossistema costeiro



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com).

De um modo geral, os ecossistemas são sempre afetados, em maior ou menor grau, conforme a gravidade e as consequências, como alteração de PH, diminuição do oxigênio dissolvido e diminuição do alimento disponível e, estas atingem sempre maior relevância em ecossistemas fragilizados, ou quando as medidas de combate ao derrame se revelam insuficientes.

### **2.3 Fatores que determinam o grau de impacto no ecossistema costeiro**

#### **2.3.1 Tipo e quantidade de petróleo**

Os óleos leves são altamente nocivos, devido à grande presença de compostos aromáticos, já nos óleos pesados e mais densos são pouco tóxicos, mas causam impacto físico de recobrimento. A razão da intensidade do impacto e o tempo de recuperação são diretamente proporcionais a quantidade de óleo derramado no ambiente.

#### **2.3.2 Amplitude das marés**

A amplitude das marés na época do derrame é um fator relevante a ser levado em consideração. Vazamentos que ocorrem durante as marés de maior amplitude,

atingem áreas muito maiores na zona entre marés do que nas marés de quadratura. Não obstante, o movimento contínuo de subida e descida das marés atua como um importante fator de limpeza natural.

### 2.3.3 Época do ano e local

As flutuações sazonais causam consideráveis variações na estrutura e formação das comunidades biológicas da costa. Logo, os aspectos podem diferir visivelmente, por exemplo, no verão e inverno, em um mesmo local. Conseqüentemente, a estação em que ocorrem os derrames é de grande valia, principalmente quando ocorre em um período de acasalamento, por exemplo, os quais podem ter cursos diferentes em épocas diferentes. Da mesma forma em que o vazamento pode ocorrer em uma região de mudanças climáticas constantes, como regiões próximas a linha do equador ou em regiões onde não há mudanças climáticas, e sim uma única característica climática estacional, no caso dos pólos.

### 2.3.4 Grau de hidrodinamismo

O grau de hidrodinamismo de um local é determinado pela quantidade, intensidade e força das ondas e correntes que atuam no local. Lugares com elevado hidrodinamismo tendem a dispersar o óleo rapidamente, fazendo com que o impacto de um vazamento de óleo seja minimizado, ou mesmo imperceptível. Nestes ambientes, o óleo permanece no ambiente por pouco tempo. Porém nos ambientes abrigados da ação das ondas e correntes, o petróleo tende a permanecer por muito tempo, podendo levar meses, ou anos, impedindo que o ecossistema se recupere.

## 2.4 Estatísticas de derrames de óleo no mar

Estatísticas de derrames de óleo divulgadas pela “International Tanker Owners Pollution Federation Limited” (ITOPF) mostraram um ligeiro aumento no número de grandes derrames de Petroleiros em 2013 em comparação com os dois anos anteriores, mas a tendência de queda se mantém. Embora esse aumento no volume de óleo derramado seja em cima dos últimos dois anos, a quantidade total

derramada até agora nesta década é apenas um sexto do que vazou para o mesmo período na década anterior.

A ITOPF mantém um banco de dados de derrames de petróleo dos navios petroleiros, transportadores combinados e barcaças. Este banco de dados contém informações sobre derrames acidentais desde 1970, salvo os casos decorrentes de atos de guerra. Os dados mantidos inclui o tipo de óleo derramado, a quantidade do derrame, a causa e o local do incidente e do navio responsável pelo acidente.

Os derrames são geralmente classificados por tamanho: < 7 toneladas, 7 a 700 toneladas e > 700 toneladas (< 50 barris, 50 a 5.000 barris, > 5.000 barris), embora a quantidade real derramada também seja registrada. Atualmente os registros estão em cerca de 10.000 incidentes, a grande maioria dos quais (81%) se enquadram na menor categoria, ou seja, < 7 toneladas.

As informações são coletadas de fontes publicadas, tais como a imprensa, o transporte e outras publicações especializadas, bem como a partir de armadores, seguradoras e também pela própria experiência da ITOPF em incidentes. Sem surpresa, a informação de fontes publicadas geralmente se refere a grandes derrames, muitas vezes resultantes de abalroamentos/colisões, encalhes, danos estruturais, incêndios ou explosões, enquanto que a maioria dos relatórios individuais se relacionam com pequenos derrames operacionais. Relatórios confiáveis inclusos nesta última categoria de derrame, muitas vezes são difíceis de serem alcançados. Deve-se destacar que os números registrados para a quantidade de óleo derramado em um acidente incluem todo o óleo perdido para o meio ambiente, incluindo o que foi coletado, queimado ou permaneceu em um navio afundado.

A ITOPF trabalha para manter registros precisos de todas as informações de derrames, não podendo garantir que a informação coletada da imprensa, das empresas de transporte, e de outras fontes esteja completa ou exata. Consequentemente, os dados nas tabelas a seguir, e quaisquer médias delas derivadas, devem ser vistas com cautela.

Um breve resumo dos 20 grandes derrames de petróleo que ocorreram desde o TORREY CANYON em 1967 é dado na tabela 1, e os locais são mostrados na figura 4; é de notar que 19 dos maiores derrames registrados ocorreram antes do ano 2000. Alguns destes incidentes, apesar de seu grande tamanho, causaram



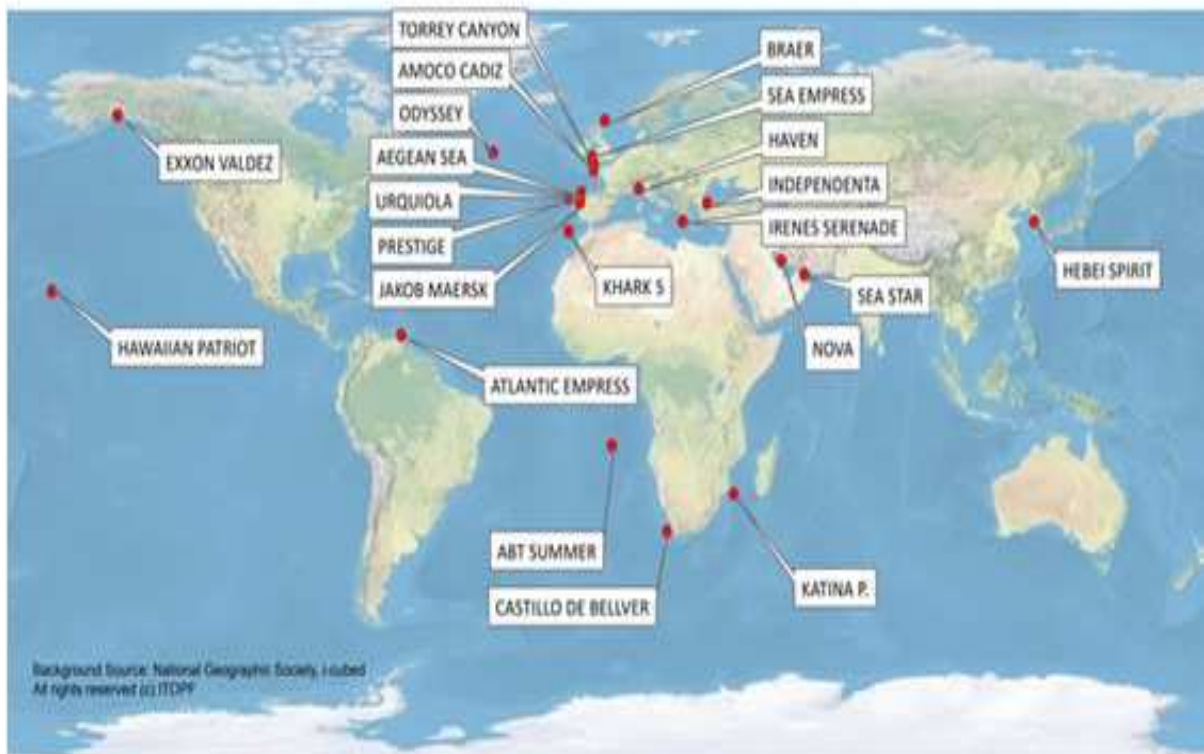
pouco ou nenhum dano ambiental, devido o óleo ter sido derramado há alguma distância da costa e não ter afetado os litorais. É por esta razão que alguns dos nomes listados podem ser desconhecidos. EXXON VALDEZ e HEBEI SPIRIT são inclusos nessa comparação, embora estes incidentes de alguma forma estejam fora do grupo.

**Tabela 1 - Maiores derrames de óleo desde 1967**

Position	Shipname	Year	Location	Spill Size (tonnes)
1	ATLANTIC EMPRESS	1979	Off Tobago, West Indies	287.000
2	ABT SUMMER	1991	700 nautical miles off Angola	260.000
3	CASTILLO DE BELLVER	1983	Off Saldanha Bay, South Africa	252.000
4	AMOCO CADIZ	1978	Off Brittany, France	223.000
5	HAVEN	1991	Genoa, Italy	144.000
6	ODYSSEY	1988	700 nautical miles off Nova Scotia, Canada	132.000
7	TORREY CANYON	1967	Scilly Isles, UK	119.000
8	SEA STAR	1972	Gulf of Oman	115.000
9	IRENES SERENADE	1980	Navarino Bay, Greece	100.000
10	URQUIOLA	1976	La Coruna, Spain	100.000
11	HAWAIIAN PATRIOT	1977	300 nautical miles off Honolulu	95.000
12	INDEPENDENTA	1979	Bosphorus, Turkey	95.000
13	JAKOB MAERSK	1975	Oporto, Portugal	88.000
14	BRAER	1993	Shetland Islands, UK	85.000
15	AEGEAN SEA	1992	La Coruna, Spain	74.000
16	SEA EMPRESS	1996	Milford Haven, UK	72.000
17	KHARK 5	1989	120 nautical miles off Atlantic coast of Morocco	70.000
18	NOVA	1985	Off Kharg Island, Gulf of Iran	70.000
19	KATINA P	1992	Off Maputo, Mozambique	67.000
20	PRESTIGE	2002	Off Galicia, Spain	63.000
35	EXXON VALDEZ	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37.000
131	HEBEI SPIRIT	2007	Taeon, Republic of Korea	11.000

Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

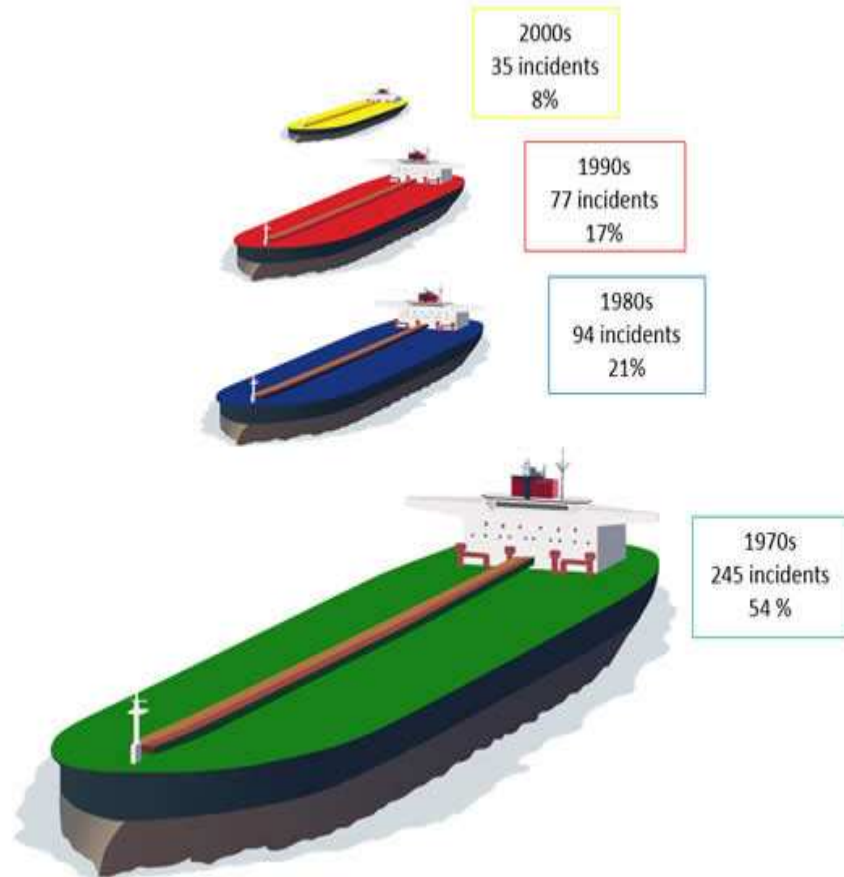
**Figura 4** - Localização dos grandes derrames no mundo



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

A incidência de grandes derrames (> 700 toneladas) é relativamente baixa e a análise estatística detalhada raramente é possível, conseqüentemente, a ênfase é colocada na identificação de tendências. Assim, é evidente a partir da Tabela 2, que o número de grandes derrames diminuiu significativamente nos últimos 44 anos durante os quais os registros foram mantidos. O número médio de grandes derrames para a década 2000-2009 é de 3,5; um sétimo da média durante os anos na década de 1970. Olhando para esta tendência de queda a partir de outra perspectiva, 54% das grandes derrames registrados ocorreram nos anos 1970, e esse percentual diminuiu a cada década para 8% na década de 2000 (Figura 5).

**Figura 5** - Grandes derrames (> 700 toneladas) em percentual, registrados de 1970 a 2009, por década



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

**Tabela 2 - Número de derrames acima de 7 toneladas**

Year	Quantity (tonnes)	Year	Quantity (tonnes)
1970	386,000	1980	206,000
1971	144,000	1981	48,000
1972	313,000	1982	12,000
1973	159,000	1983	384,000
1974	173,000	1984	29,000
1975	351,000	1985	85,000
1976	364,000	1986	19,000
1977	276,000	1987	38,000
1978	393,000	1988	190,000
1979	636,000	1989	164,000
<b>1970's Total</b>	<b>3,195,000</b>	<b>1980's Total</b>	<b>1,174,000</b>

Year	Quantity (tonnes)	Year	Quantity (tonnes)
1990	61,000	2000	14,000
1991	431,000	2001	9,000
1992	167,000	2002	66,000
1993	140,000	2003	44,000
1994	130,000	2004	16,000
1995	12,000	2005	18,000
1996	80,000	2006	23,000
1997	72,000	2007	19,000
1998	13,000	2008	2,000
1999	28,000	2009	3,000
<b>1990's Total</b>	<b>1,133,000</b>	<b>2000's Total</b>	<b>213,000</b>

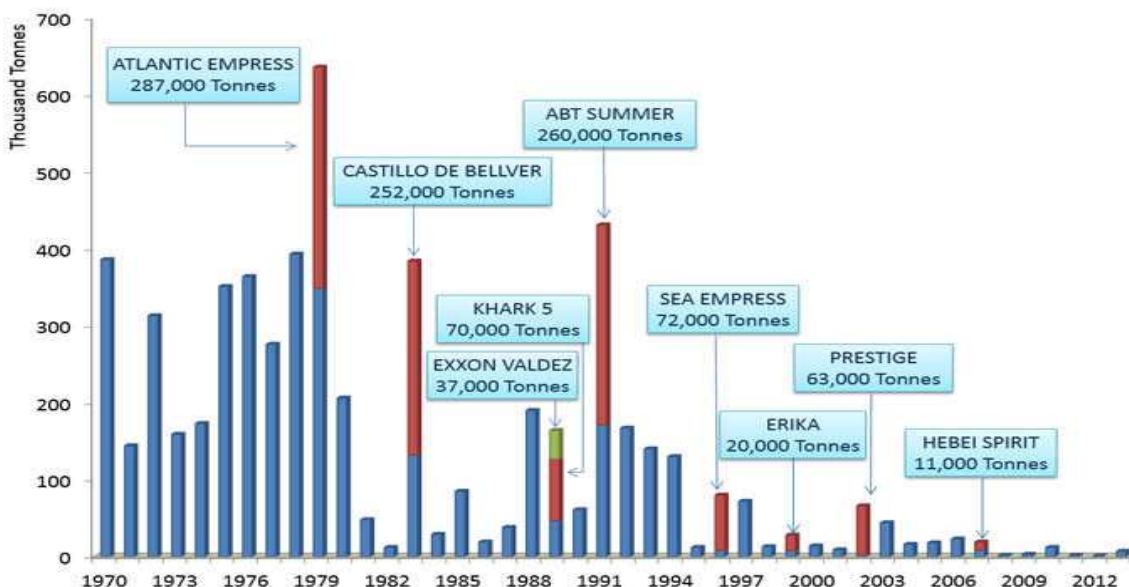
Year	Quantity (tonnes)
2010	12,000
2011	2,000
2012	1,000
2013	7,000
<b>2010's Total</b>	<b>22,000</b>

Tal como demonstrado nas Figuras 6 e 7, quando se olha para a frequência e as quantidades de óleo derramado, deve-se notar que alguns grandes derrames são responsáveis por uma percentagem elevada de óleo derramado. Por exemplo, nas décadas mais recentes, a seguir pode ser visto:

- Na década de 1990 houve 358 derrames de 7 toneladas e mais, resultando em 1,133 milhões de toneladas de petróleo perdidas; 73% deste montante foi derramado em apenas 10 incidentes;
- Na década de 2000 houve 182 derrames de 7 toneladas e mais, resultando em 213 mil toneladas de petróleo perdidas; 53% deste montante foi derramado em apenas 4 incidentes;
- No período de quatro anos 2010-2013 houve 28 derramamentos de 7 toneladas e mais, resultando em 22.000 toneladas de petróleo perdidas; 90% deste montante foi derramado em apenas 8 incidentes.

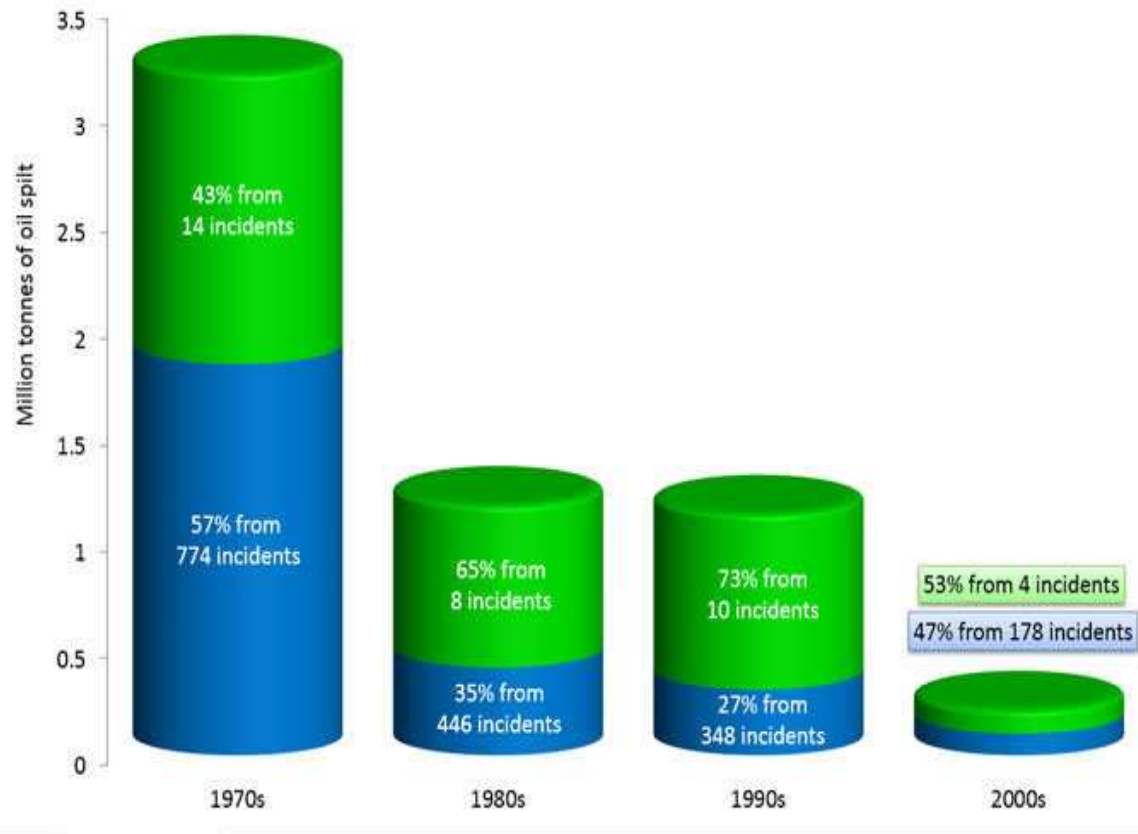
Portanto, os valores de um determinado ano podem ser severamente distorcidos por um único grande incidente. Isto é claramente ilustrado por incidentes como ATLANTIC EMPRESS (1979), 287 mil toneladas derramado; CASTILLO DE BELLVER (1983), 252 mil toneladas derramado e ABT SUMMER (1991), 260 mil toneladas derramado (Figura 6).

**Figura 6 -** Quantidades de óleo derramado > 7 toneladas



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

**Figura 7** - Derrames > 7 toneladas por década, mostrando a influência de um número relativamente pequeno comparativamente aos grandes derrames sobre o valor global



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

## 2.5 As causas de derrames

As causas e circunstâncias de derrames de petróleo são variadas, mas podem ter um efeito significativo sobre a quantidade final derramada. A análise a seguir explora a incidência de derrames de tamanhos diferentes em termos da operação que o navio estava realizando no momento do incidente e a principal causa do derrame. Para derrames de pequeno e médio porte, as operações foram agrupadas em Carga/Descarga, Bunkering, Outras Operações e Operações Desconhecidas. Outras Operações incluem atividades tais como lastro, deslastro, limpeza de tanque e quando o navio está em viagem.

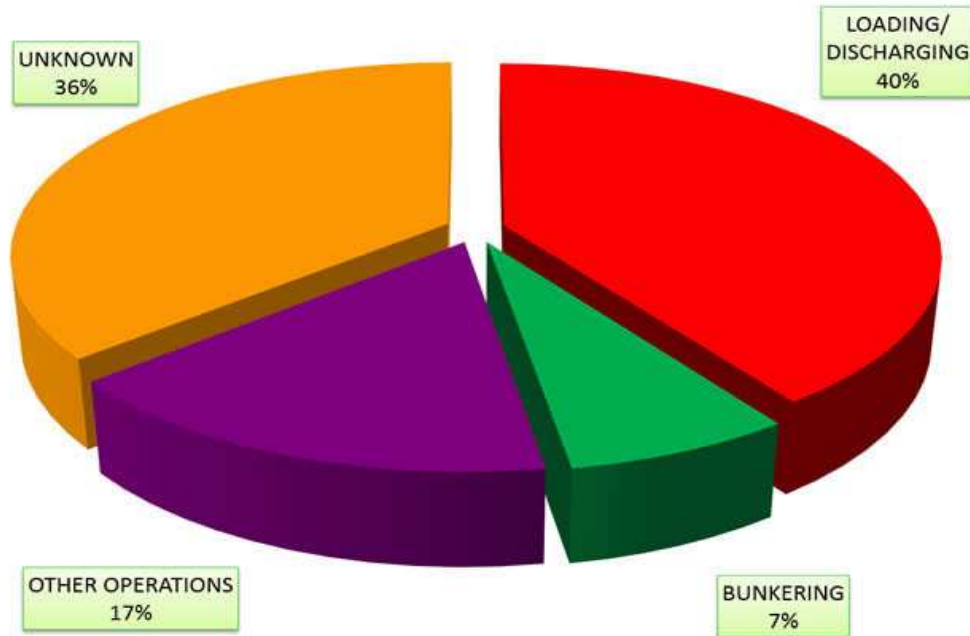
Os relatos de derrames maiores tendem a fornecer mais informações e maior precisão, o que permitiu a subdivisão das operações dos navios. Portanto, as operações de derrames maiores foram agrupadas em Carga/Descarga, Bunkering, Fundeado (águas interiores e restritas), Fundeado (águas abertas), em Viagem (águas abertas), em Viagem (águas interiores e restritas), Outras Operações e Operações Desconhecidas. As causas primárias foram diretamente relacionadas a Abalroamentos/Colisões, Encalhes, Falhas no Casco, Falhas de Equipamentos, Incêndios e Explosões, e Outros/Desconhecidos. Outras causas incluem eventos tais como danos devido a mau tempo e erro humano. Derrames onde a informação relevante não está disponível foram relacionados como Desconhecidos.

Derrames de pequeno e médio porte respondem por 95% de todas as ocorrências registradas; um grande percentual desses derrames, 40% e 29% respectivamente, ocorreram durante operações de carga e descarga que normalmente ocorrem nos Portos e Terminais de Óleo (Figuras 8 e 10).

Grandes derrames representam os 5% restantes de todos os incidentes registrados e a ocorrência destes incidentes diminuiu significativamente nos últimos 44 anos. A partir da Figura 12, pode se observar que 50% dos grandes derrames ocorreram enquanto os navios estavam em curso em águas abertas; abalroamentos/colisões e encalhes foram responsáveis por 63% das causas para esses vazamentos (Figura 13). Essas mesmas causas são responsáveis por um percentual ainda maior de casos quando a embarcação estava em curso em águas interiores ou restritas, sendo ligados a cerca de 98% dos derrames.

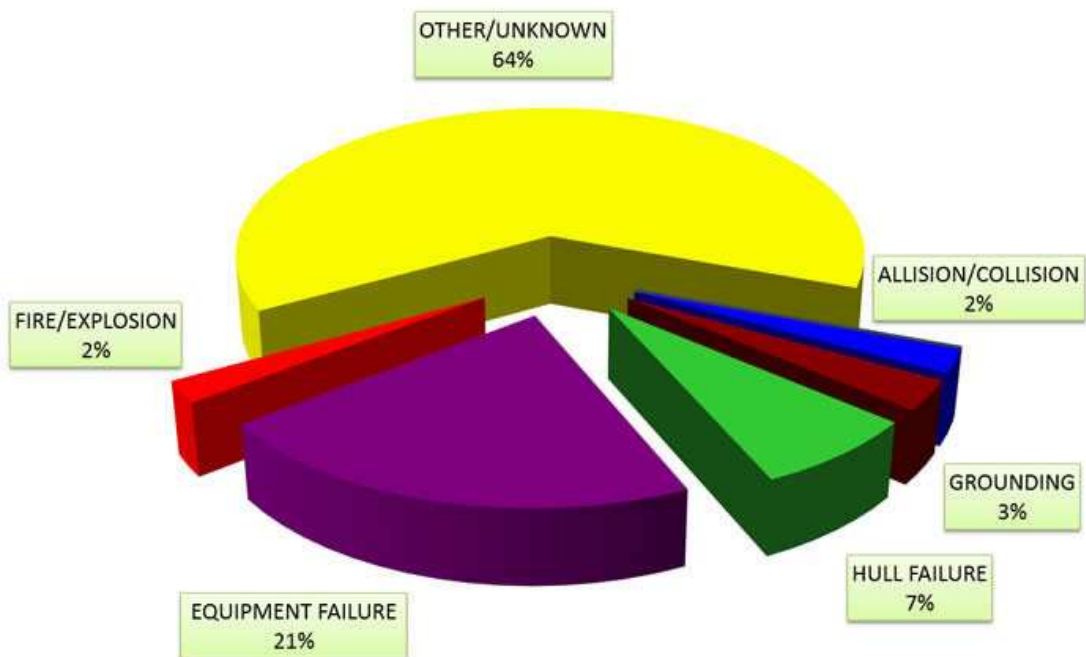
No entanto, grandes derrames ainda ocorrem durante as operações de carga/descarga, como pode ser visto na Tabela 5, onde observamos que 57% destes incidentes é causada por incêndios, explosões e falhas de equipamentos.

**Figura 8** - Incidência de derrames < 7 toneladas, por operação no momento do incidente, 1974 – 2013



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

**Figura 9** - Incidência de derrames < 7 toneladas por causa, 1974 – 2013



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

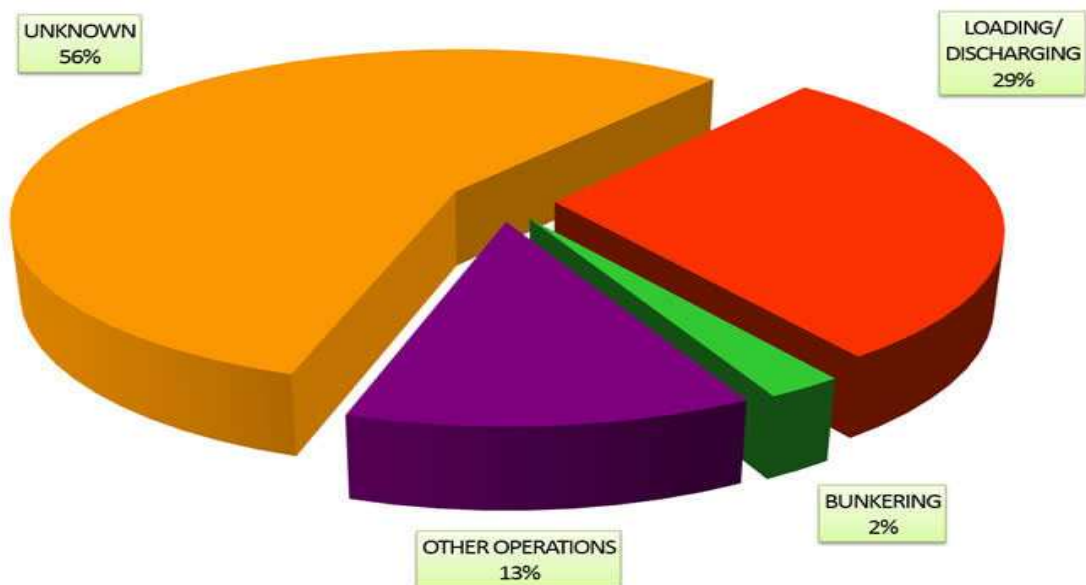


**Tabela 3** - Incidência de derrames < 7 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1974 - 2013

	Operações				
	Carga/Descarga	Bunkering	Outras Operações	Desconhecidas	Total
	3158	565	1282	2842	7847
Causas					
Abalroamento/Colisão	2	2	14	167	185
Encalhe	2	0	14	224	240
Falha no Casco	324	10	47	195	576
Falha de Equipamento	1125	104	251	202	1682
Incêndio/Explosão	50	5	35	83	173
Outras	841	290	517	164	1812
Desconhecidas	814	154	404	1807	3179
<b>Total</b>	<b>3158</b>	<b>565</b>	<b>1282</b>	<b>2842</b>	<b>7847</b>

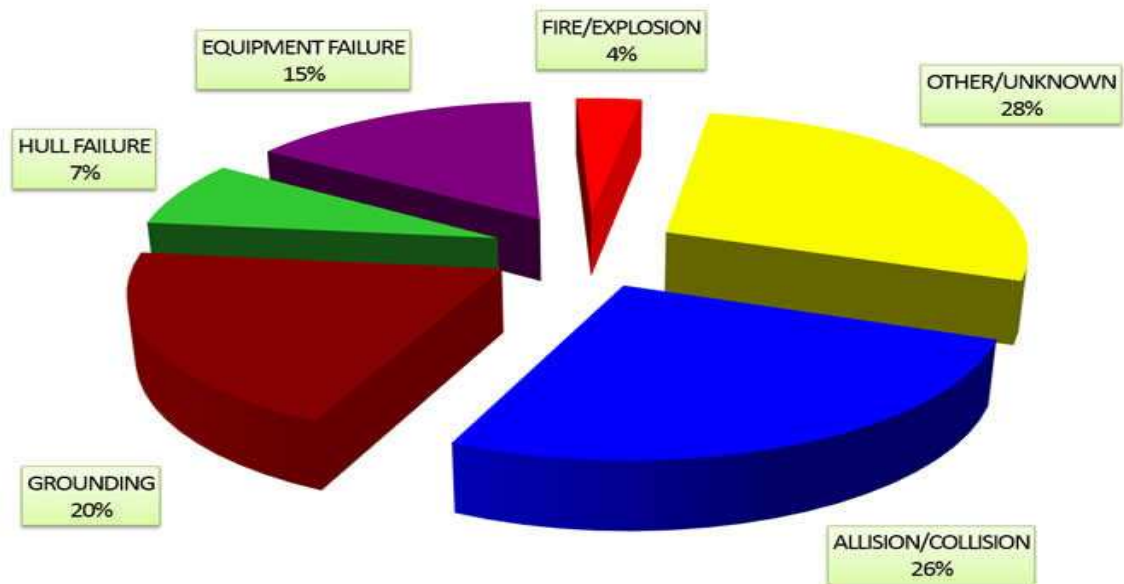
Fonte: www.itopf.com

**Figura 10** - Incidência de derrames de 7-700 toneladas por operação no momento do incidente, 1970 – 2013



Fonte: www.itopf.com

**Figura 11** - Incidência de derrames de 7-700 toneladas por causa, 1970 – 2013



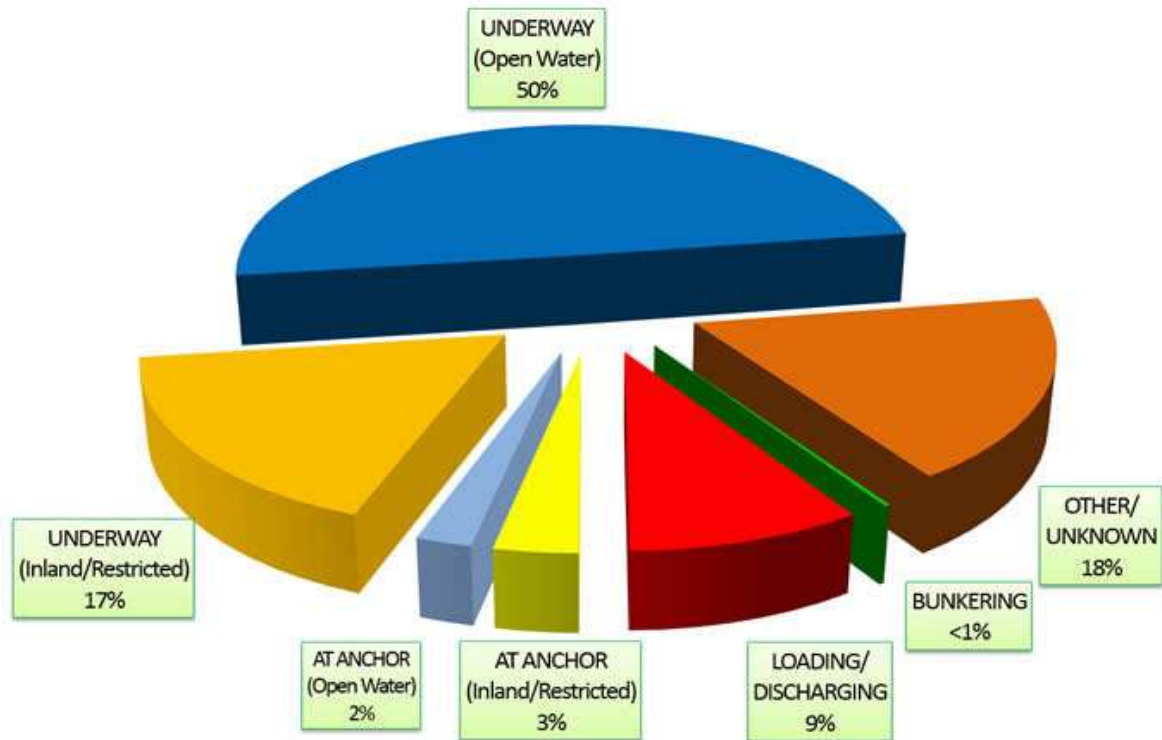
Fonte: www.itopf.com

**Tabela 4** - Incidência de derrames de 7-700 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1970 – 2013

	Operações				
	Carga/Descarga	Bunkering	Outras Operações	Desconhecidas	Total
	391	32	169	759	1351
Causas					
Abalroamento/ Colisão	5	0	51	298	354
Encalhe	0	0	25	246	271
Falha no Casco	36	4	14	46	100
Falha de Equipamento	142	6	17	38	203
Incêndio/Explosão	8	0	13	25	46
Outras	98	13	35	25	171
Desconhecidas	102	9	14	81	206
<b>Total</b>	<b>391</b>	<b>32</b>	<b>169</b>	<b>759</b>	<b>1351</b>

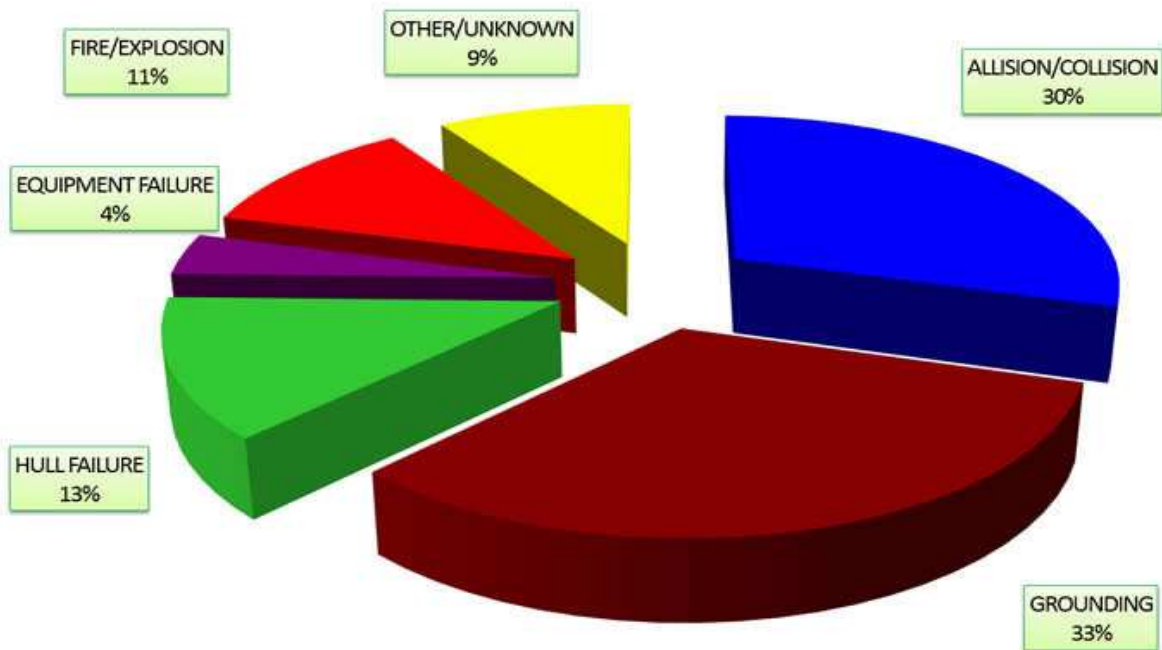
Fonte: www.itopf.com

**Figura 12** - Incidência de derrames > 700 toneladas por operação no momento do incidente, 1970 – 2013



Fonte: www.itopf.com

**Figura 13** - Incidência de derrames > 700 toneladas por causa, 1970 – 2013



Fonte: www.itopf.com

**Tabela 5** - Incidência de derrames > 700 toneladas por operação no momento do incidente e principal causa do derrame, 1970 – 2013

	<b>Operações</b>			
	<b>Fundeado (águas interiores e restritas)</b>	<b>Fundeado (águas abertas)</b>	<b>Em Viagem (águas interiores e restritas)</b>	<b>Em Viagem (águas abertas)</b>
	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>80</b>	<b>228</b>
<b>Causas</b>				
<b>Abalroamento/Colisão</b>	6	5	33	66
<b>Encalhe</b>	5	2	45	68
<b>Falha no Casco</b>	2	1	0	49
<b>Falha de Equipamento</b>	0	0	0	6
<b>Incêndio/Explosão</b>	1	2	2	25
<b>Outras</b>	1	0	0	13
<b>Desconhecidas</b>	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>80</b>	<b>228</b>

	<b>Operações (continuação)</b>			
	<b>Carga/ Descarga</b>	<b>Bunkering</b>	<b>Outras Operações/ Desconhecidas</b>	<b>Total</b>
	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>83</b>	<b>459</b>
<b>Causas</b>				
<b>Abalroamento/Colisão</b>	2	0	24	<b>136</b>
<b>Encalhe</b>	2	0	28	<b>150</b>
<b>Falha no Casco</b>	0	0	8	<b>60</b>
<b>Falha de Equipamento</b>	11	0	1	<b>18</b>
<b>Incêndio/Explosão</b>	13	1	8	<b>52</b>
<b>Outras</b>	8	0	7	<b>29</b>
<b>Desconhecidas</b>	6	0	7	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>83</b>	<b>459</b>

Fonte: www.itopf.com.

### 3 CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS

#### 3.1 Toxicidade dos óleos

As características químicas do óleo ou resíduo oleoso definem a principal via de impacto (físico ou químico). Aspectos como a duração da exposição dos organismos ao contato com o óleo e a condição do mesmo durante o contato também são relevantes. 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 às toxinas dos compostos do produto. É imprescindível destacar que os efeitos não são excludentes, mas podem ocorrer simultaneamente em um vazamento de óleo. O que difere está na combinação de densidade e toxicidade do óleo derramado e sua razão com o tempo. Nos óleos mais densos predomina o efeito físico de recobrimento, já nos óleos menos densos o efeito químico é que predomina.

Os compostos mais tóxicos têm maior capacidade de solubilidade e volatilidade. O impacto químico é maior no início. Normalmente, após poucos dias, a concentração da maior parte dos agentes tóxicos de maior potencial é reduzida pelo intemperismo, assim como os hidrocarbonetos saturados que possuem efeitos necrosantes e anestésicos. Os Alcanos (conhecidos como Parafinas) que representam a maior concentração do óleo bruto podem causar efeitos anestésicos e narcóticos.

É importante destacar que o contato com componentes tóxicos dos óleos pode levar seres vivos à morte por meio de intoxicação, especialmente associada a frações de compostos aromáticos. O benzeno, o tolueno e o xileno estão relacionados entre as substâncias mais tóxicas presentes nos óleos. Tais substâncias apresentam considerável solubilidade na água (caso especial do benzeno). Os organismos presentes no ecossistema marinho, em contato com estas, ficam mais susceptíveis, uma vez que podem absorver estes contaminantes através dos tecidos, brânquias, pela ingestão direta da água ou através dos alimentos contaminados.

A toxicidade aguda (definida como uma exposição em elevadas concentrações, em um curto intervalo de tempo) e a toxicidade crônica (definida como uma

exposição em baixas concentrações em um longo intervalo de tempo) 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 consequências 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 interpretadas.

### **3.2 Aspectos físicos e químicos do óleo**

O petróleo é derivado de matéria orgânica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbias e anaeróbias por meio de bactérias. O produto degradado em conjunto com os restos de bactérias, é mais tarde transformado sob o efeito da alta pressão e de temperaturas que não excedem em média 150°C, formando o petróleo.

Essas reações de transformação acontecem em sítios catalíticos presentes na vizinhança das superfícies rochosas podendo conter água, ácido sulfúrico, enxofre e outros compostos inorgânicos. Durante esses processos o petróleo que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo.

Devido a essas condições, cada óleo formado apresentará diferentes características, tanto físicas como químicas. Portanto, uma definição precisa da composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais.

A elevada presença de hidrocarbonetos na composição do petróleo faz com que esses componentes sejam utilizados como indicadores deste tipo de poluição. Os hidrocarbonetos, no entanto, não existem apenas no petróleo, eles estão presentes em produtos de biossíntese da maioria das plantas e animais. Produtos refinados como gasolina, diesel, óleos lubrificantes, querosene contém os mesmos compostos que o petróleo, mas com os pontos de ebulição mais restritos. Em geral, os óleos são classificados em persistentes e não persistentes.

Os persistentes são mais difíceis de dispersar, por exemplo, os óleos crus. A persistência depende de sua gravidade específica, ou seja, a relação da sua densidade em relação à água.

Os óleos não persistentes tendem a desaparecer rapidamente da superfície do mar, como exemplos: a gasolina, a nafta, o querosene, os óleos leves.

Podemos determinar a densidade através da seguinte equação, expressa em °API:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{gravidade específica}} - 131,5$$

Praticamente, todos os óleos têm densidade específica menor que 1,00. Processos de intemperismo podem alterar as propriedades do óleo, tornando-o mais denso e provocando seu afundamento na água.

Existem algumas características do óleo que devem ser consideradas.

### 3.2.1 Volatilidade

É caracterizada pela capacidade de destilação. À medida que a temperatura de um óleo aumenta, os diferentes componentes atingem um ponto de ebulição.

### 3.2.2 Viscosidade

É a resistência em escorrer. Depende diretamente da temperatura e quantidade de frações leves na mistura. O espalhamento e espessura das manchas de óleo, também seu comportamento no ambiente e nos procedimentos de limpeza empregados dependem da sua viscosidade.

### 3.2.3 Fluidez ou “Pour Point “

É a temperatura abaixo da qual o óleo não fluirá. Resultado da formação de uma estrutura micro cristalina que amplia a viscosidade e tensão superficial do produto, impossibilitando sua fluidez.

### 3.2.4 Tensão superficial

A força de atração entre as moléculas de superfície de um líquido. Juntamente com a viscosidade, determinam a taxa de espalhamento das manchas de óleo. A tensão superficial é inversamente proporcional ao aumento da temperatura. Óleos leves apresentam menor tensão superficial.

### 3.2.5 Ponto de ignição ou “Flash Point”

É a temperatura em que os vapores de um produto entrarão em ignição quando em contato com uma fonte de ignição. Constitui um importante fator de segurança durante as operações de limpeza e transporte. Óleos leves e produtos refinados podem entrar em ignição mais facilmente.

### 3.2.6 Solubilidade

É o processo em que uma substância pode se dissolver em um solvente. No caso, a dissolução do óleo em água, que é o solvente universal. A solubilidade de um óleo em água é pequena. Nos óleos menos densos, a fração hidrossolúvel é geralmente maior se comparada à dos óleos mais densos.

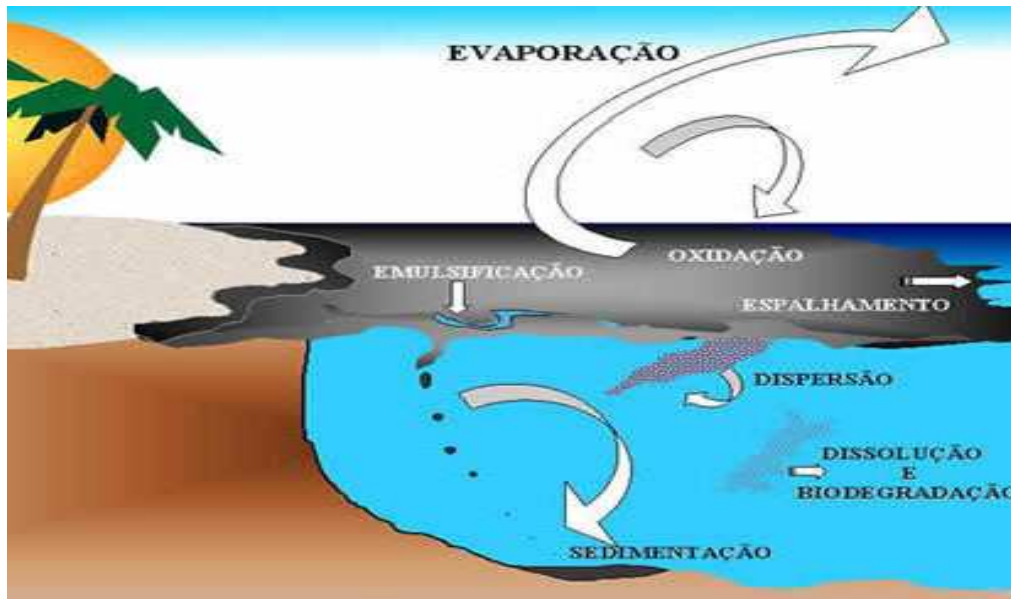
## 3.3 Comportamento do óleo na água

Quando o óleo é derramado no mar ele passa por alterações em sua composição devido a uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos. Denominamos de intemperismo, ao conjunto de todos esses processos. O fenômeno de intemperismo tem início logo após o contato inicial do óleo com o meio hídrico



(água salgada e/ou doce), e se processa a taxas variáveis dependendo do tipo de óleo e condições do ambiente. A taxa processual é inconstante, sendo mais efetiva nos primeiros dias do derrame.

**Figura 14** - Processos de degradação do óleo derramado



Fonte: [www.ebah.com.br](http://www.ebah.com.br).

Nos períodos iniciais do derrame podemos destacar como mais importantes os processos de espalhamento, evaporação, dispersão, emulsificação e dissolução; enquanto que a oxidação, a sedimentação e a biodegradação, ocorrem em longo prazo. Com o decorrer do tempo o óleo no ambiente mudará suas características iniciais, ficando menos tóxico, porém mais denso e viscoso. Na figura 14, acima, observa-se os principais processos que ocorrem durante e após um derrame.

### 3.3.1 Espalhamento

É a expansão horizontal da mancha de óleo em virtude da capacidade de escoamento do mesmo. Caracteriza-se pela formação de um filme entre a superfície da água e o ar. Este processo é um dos que mais afetam o comportamento da mancha causada pelo vazamento. Nos primeiros instantes após o derrame, o espalhamento registra-se com grande rapidez e depois de forma mais lenta. O processo de espalhamento depende fundamentalmente das propriedades físicas do

óleo derramado, ou seja, da densidade, viscosidade e tensão superficial. Também sofre influência pela quantidade derramada, condições meteorológicas presentes (correntes de superfície, vento e temperatura da água), evaporação e/ou outros processos. O grau de espalhamento é inversamente proporcional à viscosidade dos hidrocarbonetos.

### 3.3.2 Oxidação

É a reação das moléculas de hidrocarbonetos com o oxigênio, promovida pela luz solar. A oxidação se dá em velocidade muito pequena, tendo efeito menor em relação aos outros processos. Contribui para o intemperismo do óleo uma vez que forma compostos solúveis. Sais minerais dissolvidos na água aceleram essa taxa de oxidação.

### 3.3.3 Dispersão

A movimentação do óleo tende a desprender bolhas. Estas bolhas são logo afetadas pelos outros processos de degradação (emulsificação, diluição, biodegradação). Este processo depende basicamente das condições de turbulência do local, movimento do mar. Outra característica importante é o afundamento e reflutuação das bolhas, pois depende do balanço entre o arraste causado pela turbulência e as forças de flutuação. As bolhas que atingem a superfície novamente são reincorporadas à mancha, as outras são afetadas por processos de degradação se desprendendo do produto, portanto, possuem menos possibilidades de se reincorporar a mancha.

A dispersão não é um processo de degradação como evaporação e emulsificação, mas sim um processo físico pelo qual são desprendidas pequenas partes do óleo através de bolhas, que serão afetadas pelos outros processos de degradação. A taxa de dispersão depende do tipo de óleo, do grau de intemperismo em que se encontra e do estado do mar; sendo mais propenso a se estabelecer na presença de ondas mais agitadas que se quebram.

### 3.3.4 Evaporação

O fenômeno de evaporação é extremamente complexo devido ao fato do petróleo ser uma substância formada por uma grande quantidade de componentes. Estes componentes têm diferentes temperaturas de evaporação, assim como diferentes graus de solubilidade e saturação no meio ambiente, tornando difícil uma característica específica deste processo. Diferente de uma substância pura, onde a taxa de evaporação é constante, o petróleo possui uma taxa de evaporação logarítmica devido aos diferentes pontos de ebulição de seus componentes. Vários autores concordam que a taxa de evaporação em uma mancha depende fundamentalmente dos seguintes fatores: velocidade do vento local, propriedades físicas do óleo, superfície da mancha, pressão de vapor, espessura da mancha e temperatura.

### 3.3.5 Emulsificação

Processo em que o óleo tende a absorver a água, formando emulsões de água e óleo conforme o comportamento do mar. Porém, emulsões podem se separar em água e óleo novamente quando as condições de mar forem calmas ou quando estiverem encalhados na costa, e se forem aquecidos pelo sol.

A emulsificação é o principal processo que provoca a persistência do óleo na superfície da água, reduzindo sua tendência para a dispersão. Como consequência da emulsificação temos o aumento da viscosidade, do volume (em até 4 vezes), da densidade e a modificação da coloração, tornando o processo de limpeza bem mais difícil. Sendo assim, dificulta o processo na busca pela redução do impacto causado, seja pelo recolhimento ou até mesmo pelo uso de dispersantes. O óleo emulsificado é de baixa degradabilidade e pode multiplicar o grau de poluição em até quatro vezes em relação à quantidade derramada.

### 3.3.6 Dissolução

Uma parte dos hidrocarbonetos pode passar em solução para a coluna de água, dependendo de vários fatores como: propriedades físicas do óleo, extensão

da mancha, temperatura da água, turbulência e grau de dispersão. Componentes pesados do óleo cru não se solubilizam, ao passo que os mais leves, como benzeno e tolueno (hidrocarbonetos aromáticos) têm maior solubilidade em água. Porém, estes componentes são os mais voláteis e são perdidos muitas vezes por evaporação mais do que pela própria dissolução.

A dissolução não tem contribuição significativa para a remoção do óleo da superfície do mar; todavia, pode ter consequências biológicas muito importantes. Seu pico ocorre entre 8 a 12 horas após o derrame.

### 3.3.7 Biodegradação

A natureza desenvolveu meios para manter o equilíbrio ecológico com a existência de bactérias e fungos que se alimentam de petróleo usando-o como fonte de energia. É uma das formas mais conhecidas de autodepuração do meio ambiente aquático. Portanto, a biodegradação consiste na degradação do óleo por bactérias e fungos naturalmente presentes na água do mar. Essa taxa sofre forte influência através da temperatura da água e da disponibilidade de oxigênio e nutrientes presentes na água, principalmente nitrogênio e fósforo.

Após um derrame de óleo essas bactérias encontram nos componentes do óleo uma fonte de alimentação, iniciando o processo chamado de biodegradação. Estudos mostram que este processo ocorre apenas quando existem água e óleo, sendo praticamente impossível a degradação do óleo na linha da costa devido à falta de água.

### 3.3.8 Sedimentação

A maioria dos óleos não apresenta densidade suficiente para que possam vir a afundar. Parte do óleo sedimenta após adesão com outras partículas em suspensão ou matéria orgânica presentes na coluna de água. A maioria dos óleos crus não afunda por si só na água do mar devido à sua densidade ser menor que a da água. Por isso é necessário a união com outro material particulado. Uma vez que o óleo esteja sedimentado no fundo do mar, os processos de degradação provocados pelo óleo são bastante mitigados.

## **4 PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA**

### **4.1 Definição e legislação aplicável**

O Plano de Contingência é um documento onde se encontram definidas as responsabilidades estabelecidas de uma organização para atender a uma emergência. Tem como caráter desenvolver o objetivo de treinar, organizar, orientar, facilitar e controlar as ocorrências de incidentes. O Plano de Contingência (PC) deve definir a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para respostas a eventos de poluição por óleo no mar; nos diversos níveis operacionais ou de ações requeridas, sejam elas locais, regionais ou até nacionais (na perspectiva de SOUZA FILHO, et al, 2005).

A Lei N° 9.966/2000 (mais conhecida como Lei do Óleo), regulamentada pelo Decreto-Lei N° 4.136, de 20 de fevereiro 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 (AJB) e sugere Plano de Emergência Individual para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas. O Plano de Emergência Individual para Incidentes de Poluição por Óleo (PEI) equivale ao Plano de Contingência Nível 1.

A elaboração e apresentação para análise do Plano de Emergência Individual também é exigência no processo de licenciamento ambiental, da sua renovação e quando da concessão da Licença de Operação, Licença Prévia de Perfuração e Licença Prévia de Produção para Pesquisa (Resolução N° 293, de 12/12/2001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA). Esta resolução dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual (PEI), para incidentes de poluição por óleo, originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio e orienta a sua elaboração. Suas diretrizes são importantes para padronizar os PEI(s) elaborados em todo o país. O PEI deverá garantir, no ato de sua aprovação, a capacidade da instalação para executar as ações de respostas previstas, com o emprego de recursos próprios (humanos e materiais) e de terceiros, por meio de acordos previamente firmados. Deve ser um documento simples e objetivo,

elaborado com base nos estudos de análises de riscos da instalação, na definição dos cenários e das hipóteses acidentais.

#### **4.2 Origem das ações de prevenção e combate**

O acidente ocorrido com o petroleiro Torrey Canyon foi o evento inicial de mudanças que levou ao fortalecimento da Organização Marítima Internacional e revisão das regras e práticas mundiais de navegação — que resultou na Convenção para a Prevenção da Poluição de Navios, MARPOL 73/78, que trata de medidas preventivas.

Apesar dos significativos avanços tecnológicos introduzidos na indústria naval (construção de navios tanques mais modernos e seguros), nas atividades de exploração, produção, armazenamento e transporte de petróleo e de seus derivados; um acidente pode acontecer a qualquer hora e, conseqüentemente, provocar poluição ambiental e sérios danos ao meio ambiente. Nesse contexto, para que sejam reduzidas tais possibilidades e conseqüências, é que foram estabelecidos os Planos de Emergência e os Planos de Contingência como ferramentas essenciais.

O Decreto Federal N° 4.136/2002, que dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis as infrações as regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, define Plano de Contingência como sendo o conjunto de medidas e ações que visam à integração dos diversos planos de emergência, bem como a definição dos recursos humanos, materiais e equipamentos complementares para a prevenção, controle e combate à poluição das águas.

Após o grande desastre ecológico envolvendo o petroleiro Exxon Valdez, no Alasca (EUA) em 1989, as críticas levantadas pela mídia internacional mostraram que não era suficiente que a empresa tivesse um Plano de Contingência bem elaborado se não houvesse treinamento contínuo e recursos disponíveis de forma rápida.

O desastre ocorrido no Alasca e os ataques militares ocorridos na Guerra do Golfo Pérsico, em 1992, motivaram a aprovação da OPRC 90 Oil Pollution

Preparedness, Response and Cooperation - (Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em casos de Poluição). A OPRC foi estabelecida em 1990 pela IMO – International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional), entrou em vigência em 1995 com a adesão de 90 nações, incluindo o Brasil. O objetivo é incentivar os países que assinaram a implantar o Plano Nacional de Contingência, bem como desenvolver e manter capacitação adequada para lidar com emergências relacionadas aos vazamentos de óleo.

### **4.3 Estratégias operacionais de resposta**

Um Plano de Contingência deve ser elaborado após a realização de estudos de análise de riscos das instalações, onde os cenários e as hipóteses acidentais são identificados e detalhados. Com base nestes estudos é possível estimar o nível das descargas, o provável deslocamento das manchas de óleo, o dimensionamento da capacidade de resposta, bem como as prováveis áreas sensíveis a serem atingidas.

Os Planos de Contingência devem estar de acordo com a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL), usado como guia para auxiliar o Comandante a atender as demandas de uma descarga de grandes proporções, caso a embarcação esteja envolvida. Também busca conscientizar a tripulação da importância do preparo para emergências, através de exercícios constantes, padronizando os procedimentos e combate à poluição por óleo e seus derivados.

Segundo a ITOPF, a maximização dos Planos de Contingência ocorre quando os mesmos são divididos em duas partes distintas: estratégica e operacional. A principal função do plano estratégico é estabelecer as estratégias de resposta. Os procedimentos sejam eles de treinamento, simulados ou até atualização real, necessitam das pessoas envolvidas e seus papéis. Dependendo das dimensões e da gravidade dos acidentes, os derrames podem ser classificados em diferentes categorias de volumes (já abordado anteriormente) e níveis de resposta (que abordaremos a seguir).

No intuito de facilitar a operacionalização dos Planos de Contingências, tais níveis de resposta (TIERED RESPONSE) foram divididos em três categorias de

acordo com sua abrangência, conforme classificação internacional (ITOPF / 1985, IPIECA / 1991-1996 e IMO / 1995):

- a) **Plano Local de Contingência – PLC:** correspondendo as ocorrências de NÍVEL 1 (TIER 1): Resposta a vazamentos operacionais, restritos, de pequenos volumes. Capacidade local de resposta. A companhia/instituição responsável deve ter condições de atender individualmente. Assemelha-se ao Plano de Ação de Emergência, porém, com algumas peculiaridades do ponto de vista ambiental.
  
- b) **Plano Regional de Contingência – PRC:** correspondendo as ocorrências de NÍVEL 2 (TIER 2): Vazamento de proporção intermediária, de abrangência regional, que requer o apoio de diferentes empresas e instituições, e agências governamentais. Pode abranger tanto uma região, como um estado ou grupo de estados. O(s) estado(s) assume(m) a responsabilidade por sua elaboração e viabilização. É considerado como uma subdivisão hierárquica do PNC.
  
- c) **Plano Nacional de Contingência – PNC:** correspondendo as ocorrências de NÍVEL 3 (TIER 3): Vazamento de grandes proporções, de abrangência nacional ou internacional. São esperadas grandes demandas de recursos humanos e materiais. As operações de resposta são geralmente coordenadas pelo Governo federal. Representa a diretriz geral de um país para atender aos grandes vazamentos. Abrange a participação, divisão de atribuições e responsabilidades de órgãos governamentais (Federal, Estadual e Municipal), bem como da iniciativa privada e sociedade civil.

#### **4.4 Objetivos do Plano de Contingência para Navios Petroleiros**

Nos navios tanque existe uma preocupação maior, devido seu produto principal de transporte ser à base de hidrocarbonetos (petróleo e seus derivados), diferentemente das funções de outras embarcações, como navios de carga geral e graneleiros, por exemplo.

São alguns dos principais objetivos:



- a) Assegurar uma ação eficiente e rápida para minimizar o efeito de qualquer descarga de carga no mar;
- b) Resumir os procedimentos informativos de forma breve e clara para a empresa e órgãos governamentais de meio ambiente;
- c) Identificar e resumir os deveres das equipes responsáveis e da tripulação para garantir uma resposta de ação eficiente e responsável;
- d) Providenciar uma lista completa com nomes e telefones/fax das pessoas chaves com seus respectivos canais de comunicação;
- e) Providenciar o envio dos procedimentos de notificação para os países e órgãos federais;
- f) Providenciar os procedimentos para manter a estabilidade do navio no caso de acidente poluente;
- g) Providenciar os procedimentos para combate, contenção e recolhimento de qualquer descarga poluente;
- h) Exercícios de rotina envolvendo as partes interessadas deverão assegurar que, tanto a tripulação como o pessoal de terra, estejam familiarizados com o conteúdo do Plano de Emergência e qualquer deficiência deve ser destacada e corrigida. O Plano de Emergência não deve ser emitido e depois ignorado, mas deve ser rotineiramente revisto e atualizado para preservar a veracidade dos dados e das informações que ele contém;
- i) Um efetivo plano de emergência servirá para promover uma ação prática e treinada quando as pessoas estiverem à frente de uma situação de emergência.

#### **4.5 Procedimentos de notificação**

Conforme a regra 37 do Anexo I da MARPOL 73/78, quando o navio é envolvido em um incidente onde resulta, ou poderá resultar, na descarga de óleo, o Comandante é obrigado, a relatar imediatamente os detalhes do incidente à autoridade local mais próxima, através da comunicação mais rápida que possuir. A notificação imediata e correta para todas as partes envolvidas, incluindo a ação corretiva efetuada, sendo de grande importância para o sucesso do plano de emergência.

Os procedimentos de notificação a seguir contêm instruções para os tripulantes da embarcação envolvida.

#### 4.5.1 Relator do incidente

Conforme a Convenção MARPOL, Protocolo I, o Comandante, ou a pessoa encarregada do navio, é o responsável por relatar as particularidades do incidente na forma mais completa possível. No caso de o navio ser abandonado depois de um acidente, ou o relatório do navio estar incompleto ou que não possa ser obtido; o armador, o afretador, o gerente, o operador do navio ou seu agente deve, na extensão mais completa possível, nesta ordem obrigatoriamente, assumir as obrigações do Comandante.

#### 4.5.2 A informação que deve ser emitida

O relatório deve ser feito quando um incidente envolver uma descarga efetiva ou uma provável descarga de óleo.

É exigido um relatório para a Autoridade Costeira mais próxima nos seguintes casos de descarga efetiva:

- a) Uma descarga de óleo, acima do nível permitido, resultante de avaria do navio ou de equipamento ou com o propósito de garantir a segurança do navio ou salvar vidas no mar ou;
- b) Uma descarga de óleo durante a operação do navio, em excesso de quantidade ou taxa instantânea permitida sob a presente Convenção MARPOL 73/78.

Já nos casos de derrame provável, se existe a probabilidade de descarga o relatório deve ser feito, e os seguintes fatores devem ser considerados para essa questão:

- a) A natureza do dano, falha ou avaria do navio, máquina ou equipamento;
- b) Os estados do mar e do vento, a proximidade da terra e outros perigos à navegação, e ao tráfego;

- c) A possível direção do movimento da mancha e as áreas sensíveis que podem ser afetadas.

Mesmo diante das dificuldades na elaboração de definições precisas sobre todos os tipos de incidentes envolvendo um provável derrame, podemos afirmar que é obrigatória a realização de relatórios. Estes relatórios devem ser feitos em caso de sinistro, seja falha ou avaria que afetem a segurança do navio, como colisão, encalhe, incêndio, explosão, falha estrutural, alagamento, falha ou avaria de máquinas ou equipamentos que resultem numa ameaça à segurança de navegação.

Em caso de dúvida, o Comandante sempre deve emitir o relatório.

#### 4.5.3 Quem deve ser notificado

##### 4.5.3.1 As autoridades costeiras e portuárias

O Comandante é o responsável por fazer os relatórios iniciais para as Autoridades Costeiras e Portuárias para providenciar o combate/contenção e minimizar os danos de um incidente de poluição. Lembrando que, em um incidente sério, a prioridade da tripulação deverá ser de salvar vidas que esteja em perigo e em tomar medidas para controlar e minimizar os efeitos do vazamento. Este processo é iniciado com o relatório inicial exigido pelo Artigo 8 e Protocolo I da Convenção MARPOL.

O Plano de Emergência fornece detalhes de todos os contatos a serem avisados no evento de um incidente na forma de Listas de Contatos.

##### 4.5.3.2 Empresa

No caso do Brasil, se ocorrer um derrame de óleo, ainda que pequeno, o Comandante deve avisar imediatamente ao coordenador da área local ou regional da sua empresa e ao representante local do Clube P&I.

A medida tomada pelo representante deve ser avisar os passos que serão tomados para informar as Autoridades locais, ao órgão ambiental e fará arranjos para a representação legal e atendimento de vistorias, caso necessário. Também é

competência do representante da empresa dar assistência ao Comandante para lidar com as Autoridades locais.

As notificações com os contatos de interesse do navio são transmitidas após a transmissão do Relatório Inicial para a Autoridade Costeira mais próxima. Os contatos podem ser feitos por meio de telefone, fax, VHF ou outro meio de comunicação.

No caso do derrame ocorrer no mar, por consequência operacional ou acidental, como colisão ou encalhe; os procedimentos para emissão de relatório devem ser realizados e transmitidos imediatamente.

Os Planos de Emergência possuem um relatório padrão e um guia de quem deve ser avisado e quais contatos devem ser feitos numa situação emergencial.

Em grande parte dos países europeus, o relatório deve ser enviado para o Capitão dos Portos. O agente deve informar ao Comandante, na chegada ao porto, das autoridades locais que devem ser avisadas no caso de um incidente com poluição.

#### 4.5.4 Transmissão dos relatórios

Como estabelecido, o Comandante tem a obrigação de relatar o incidente ao país costeiro mais próximo. A total cooperação deve ser dada às Autoridades e todas as informações devem ser fornecidas.

Tais relatórios devem ser transmitidos para a estação costeira mais próxima, na frequência própria de rádio. Se o navio não conseguir contatar a estação rádio costeira de VHF ou SSB, deve transmitir para a estação costeira por outro sistema de comunicação de satélite apropriado;

Quando o navio estiver dentro ou próximo a uma área onde já existe um sistema de transmissão de relatórios já previamente estabelecido (RCC – Rescue Coordination Center), para a estação de rádio designada desse sistema, o Comandante deve entrar em contato através da estação estipulada.

#### 4.5.5 Informações fornecidas

O relatório inicial deve conter os preenchimentos dos seguintes itens:

- a) Nome do navio, prefixo, bandeira;
- b) Data e Hora GMT do acidente;
- c) Posição do navio (em coordenadas ou marcação e distância de um ponto de terra);
- d) Rumo verdadeiro;
- e) Velocidade na hora do acidente;
- f) Informações da derrota pretendida;
- g) Detalhes sobre a estação rádio e sua frequência ou outro meio a ser utilizado para comunicações;
- h) Tipo e Quantidade de carga a bordo;
- i) Detalhes dos defeitos, danos, deficiências e outras limitações, incluindo as condições do navio e possibilidade de transferência de carga, lastro ou combustível;
- j) Detalhes sobre a poluição: carga, quantidade estimada, se ainda continua o vazamento, causa e, se possível, o movimento da mancha;
- k) Condições de mar e tempo;
- l) Nome, endereço e telefone do armador;
- m) Detalhes de comprimento, boca, tonelagem e tipo do navio;
- n) Outras informações que julgadas necessárias.

#### 4.5.6 Relatórios de acompanhamento

Já transmitido o primeiro Relatório para as Autoridades de terra, os outros relatórios devem ser regularmente enviados para as Autoridades e a Empresa, a fim de que eles fiquem informados de como o incidente está se desenvolvendo. Relatórios Adicionais incluir o máximo de informações para a proteção do meio ambiente marinho. Os relatórios devem explicar quaisquer mudanças significativas, seja nas condições da embarcação, quantidade perdida, causas da perda, condições climáticas, ações tomadas ou salvamentos realizados.

O Comandante de um navio que presta assistência ou salvamento deve relatar minuciosamente as ações tomadas.

Os afretadores devem também ser avisados de detalhes do contato com o coordenador local apontado para controlar a limpeza.

O P&I Club, ou seu correspondente local, deve ser avisado de qualquer informação. No curso normal dos eventos o representante obterá um Vistoriador local para avaliar a extensão, a fonte, a causa do derrame e o monitoramento das alterações de limpeza. Quanto ao combate à poluição, o armador de petroleiros tem acesso aos serviços técnicos grátis, providenciados pela International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF).

#### 4.5.7 Controle de derrames

Os tripulantes da embarcação são os primeiros a agir, de modo a mitigar e controlar um derrame de óleo do navio. Esta etapa consiste em um planejamento para o Comandante nas ações a serem tomadas em algumas situações de emergência.

A seguir, como exemplo para um petroleiro, podemos verificar que a Lista de Verificação discrimina as responsabilidades, os procedimentos e as medidas necessárias para que os tripulantes possam organizar as ações a serem realizadas em caso de emergência:

Comandante (CMT): Responsável pelas operações a bordo e emissão dos relatórios iniciais e subsequentes.

Imediato (IMT): Encarregado das operações com a carga. Deve manter o Comandante informado e atualizado sobre a situação e os resultados das ações tomadas para limitar o derramamento.

Chefe de Máquinas (OSM): Encarregado das operações com óleo combustível. Organiza a bordo o equipamento de limpeza. Fecha as entradas de ar para as acomodações e para a Praça de Máquinas.

Oficial de Náutica (1ON / 2ON): Responsável pela transferência de carga para um tanque vazio ou para um tanque com carga compatível. Alerta ou informa ao Imediato sobre a situação. Mobiliza a tripulação de serviço conforme a necessidade.

Bombeador (BBD): Limita o vazamento pela operação de bombas/válvulas. Auxilia o Imediato. Confirma se as bombas pneumáticas estão adequadamente conectadas e testadas. Recupera o óleo derramado no convés operando as bombas pneumáticas.

Oficial de Máquinas (1OM / 2OM): Auxilia o Chefe de Máquinas. Prepara para o combate ao derrame e/ou incêndio. Assegura que o ar comprimido é suficiente para a operação no convés.

Contramestre (CTR): Encarregado da drenagem das linhas de carga e braços de carregamento. Encarregado da transferência para os tanques de “slop” (resíduo oleoso).

Marinheiro de Máquinas (MNM): Encarregado da abertura e limpeza dos “Slop Tanks” (tanques de resíduo oleoso) e verificação da vedação dos embornais do convés.

Marinheiro de Convés (MNC): Se um vazamento no convés é detectado, alerta imediatamente a tripulação por todos os meios possíveis. Informa ao oficial de serviço imediatamente. Posiciona o material absorvente (do Kit SOPEP) para prevenir qualquer derrame. Começa a limpeza do convés utilizando material do kit de combate à poluição.

#### **4.6 Ações prioritárias**

Em um derrame, o Comandante deve acionar o Plano de Emergência. O Comandante tem a prioridade da primeira resposta a um incidente, para garantir a segurança da tripulação e da embarcação. Via de regra, o Relatório Inicial do navio para as autoridades costeiras ou portuárias irá facilitar a mobilização da organização de combate local. Normalmente o pessoal do navio se envolve diretamente na operação de limpeza, seu papel principal é fornecer todas as informações necessárias para auxiliar o combate e cooperar totalmente com o pessoal encarregado da limpeza. Porém, onde não existe uma equipe de combate local ou um atraso no atendimento, o Comandante pode, a seu critério, utilizar do material de bordo disponível para conter o derrame.

Os procedimentos de emergência a serem realizados pela equipe de combate à poluição no mar estão descritos no Plano de Contingência de cada navio, sob a

forma de Listas de Verificação (*Check List*), para cada tipo de incidente ocorrido no navio.

No caso de derrame de óleo, a ordem de prioridade é:

- a) Tomar medidas para minimizar o risco de incêndio/explosão;
- b) Alterar o rumo para colocar o navio a barlavento do derrame;
- c) Avaliar o dano para o navio e determinar a fonte do derrame;
- d) Tomar medidas imediatas para parar o derrame;
- e) Enviar um Relatório Inicial o mais rápido possível;
- f) Realizar considerações sobre estabilidade e momento fletor.

No caso de avaria estrutural grande, todos os dados de estabilidade terão que ser passados para o Serviço de Respostas a Emergências do Lloyd's Register (SERS), para que eles possam melhor avaliar a possível consequência de qualquer transferência interna antes que seja feita.

#### **4.7 Ações mitigadoras**

No caso de um acidente e/ou vazamento da carga, o Comandante deve alertar a tripulação e soar o alarme de emergência. Em seguida deve verificar a segurança da tripulação e a segurança do navio, providenciando o início das ações necessárias de resposta a emergências no caso de poluição do mar por óleo.

A equipe de combate à poluição do mar deve usar o equipamento de proteção individual (EPI) adequado ao manuseio da carga. Com o controle do derrame controlado, a equipe deve dar início à limpeza do convés ou da estrutura afetada.

#### **4.8 Vazamentos em operações**

Durante as operações de transferência de carga e/ou combustível, o Kit de combate à poluição deve ser mantido próximo da conexão e da casa de bombas.



#### 4.8.1 Vazamento em transferência

Quando ocorrer um vazamento de óleo em uma operação de transferência de carga, esta deverá ser interrompida imediatamente. Geralmente, esse tipo de vazamento é decorrente de erros na transferência de combustível, lastro ou carga. Vale destacar outras causas que podem levar a ocorrência de possíveis vazamentos, dentre elas: corrosão, alta pressão na linha, falha mecânica de válvulas ou problemas nos flanges nas seções de redes.

#### 4.8.2 Transbordo de tanques

O transbordo dos tanques de carga e/ou armazenamento normalmente ocorre por erro humano, na ocasião da leitura incorreta dos sistemas de monitoramento e medição de tanques e também no caso de carregamento com excesso de vazão; ocasionando um vazamento pela válvula de segurança ou suspiro do tanque.

#### 4.8.3 Vazamento pelo costado

Provavelmente as possíveis fontes para este tipo de vazamento são costuras de solda e rachaduras nas chapas do costado, pela fadiga do material ou a esforços excedidos. Podendo ocorrer acima ou abaixo da linha d'água.

#### 4.8.4 Vazamento por motivos de acidente

No caso de vazamentos por motivo de acidente marítimo, as ações de controle da poluição do mar devem ser tomadas pelo Comandante levando em conta sempre a segurança da tripulação, embarcação e evitando que a poluição se agrave.

### **4.9 Esforços e estabilidade no caso de avarias**

Em caso de vazamento, qualquer transferência interna só poderá ser feita com total segurança, para que não comprometa a estabilidade e os esforços aos quais o

navio esteja sujeito. Quando existe a suspeita que a avaria sofrida é de grandes proporções, o Comandante deve contatar o SERS.

O Serviço de Respostas a Emergências do Lloyd's Register (SERS) é um grupo técnico, em serviço 24 horas, encarregado de informar os resultados dos cálculos da estabilidade em avaria e esforço longitudinal por condição de acidente.

As seguintes informações deverão ser enviadas para o grupo técnico, para que a estabilidade do navio possa ser calculada, levando-se em consideração as condições de carregamento da última estadia no porto:

- a) Plano de Carregamento do navio ou ulagem dos tanques;
- b) O calado real do navio na saída;
- c) As características da carga;
- d) As condições do navio na hora do sinistro;
- e) As quantidades de remanescentes consumíveis ou consumo estimado;
- f) Os calados do navio e o ângulo de adernamento após o sinistro;
- g) Indicar se o trim e o adernamento estão estáveis ou mudando com o tempo, e qual a possível razão dessa mudança;
- h) Caso os calados não estejam disponíveis, fornecer as bordas livres.

Também deverão ser informadas: a localização do navio, as condições meteorológicas da área, as condições do mar e a previsão das condições do tempo e do mar para os próximos dias.

A descrição das avarias no navio deve ser bem detalhada, se possível informando a localização dos compartimentos avariados e a extensão dos danos estruturais. Uma vez que a estabilidade do navio tenha sido calculada, o SERS informará ao Comandante sobre as ações a serem tomadas de forma segura para minimizar os danos e prevenindo uma poluição maior.

#### **4.10 Plano de contingência de acordo Convenção MARPOL**

O Plano de Contingência deve ser periodicamente analisado para que possa ter, em qualquer momento, o mais alto grau de segurança e proteção ambiental. Uma vez por ano deve ser estudado e avaliado com relação ao seu conteúdo, sua validade e sua efetividade.

#### 4.10.1 Treinamentos

A prática constante de exercícios de treinamento permitirá que em situações de emergência as ações tomadas sejam apropriadas e de pleno conhecimento das pessoas envolvidas para que saibam realizar suas funções eficientemente.

Exercícios rotineiros envolvendo a tripulação devem ser realizados pelo menos uma vez ao mês, visando verificar equipamentos e o adestramento dos tripulantes. Os registros de dados, com a avaliação do Comandante, e resultados devem ser registrados no Diário de Navegação.

#### 4.10.2 Exercícios

Os exercícios de rotina, envolvendo a tripulação e pessoas de terra, deverão ser realizados para ratificar a familiarização do Plano de Contingência e corrigir os problemas e defeitos observados nas tarefas, para que o plano seja o mais perfeito possível. O plano deve rotineiramente ser estudado e atualizado para garantir a verdadeira informação dos dados e informações contidas, também corrigindo as possíveis deficiências ou defeitos.

Mensalmente, o Comandante deverá realizar exercícios na embarcação. Já os exercícios envolvendo a tripulação e a equipe de combate em terra, devem ser realizados pelo menos uma vez a cada ano. O navio deverá informar o P&I, a capitania, os órgãos ambientais e a empresa; para constatar a atualização dos dados constantes nos planos, comprovando a realização dos exercícios. O contato com a empresa será através do Relatório Inicial, devendo constar a avaliação do exercício.

#### 4.10.3 Registros

Devem ser efetuados no Diário de Bordo e no Livro de Registro de Óleo. Os registros dos sinistros devem ser bem claros e específicos; contendo os mínimos detalhes, já que as responsabilidades, compensações e ressarcimentos serão de responsabilidade do causador do vazamento.

O relatório de derrame de óleo (de responsabilidade do Comandante), a ser enviado para terra, tem como objetivo informar os detalhes das ações realizadas a bordo. Esse relatório deverá conter os seguintes itens:

- a) Os registros das comunicações com as autoridades, armadores e outras partes;
- b) Um resumo das informações transmitidas;
- c) A descrição dos detalhes de ventos, correntes e condições do mar, devido a movimentação da mancha;
- d) Quando no porto, uma descrição das áreas afetadas pelo óleo;
- e) O uso de fotografias sempre que possível;
- f) As medidas tomadas para contenção, detalhando o serviço feito.

#### 4.10.4 Coleta de amostras de óleo

Pelo menos duas amostras devem ser coletadas para servirem de prova e contraprova. É de suma importância que a coleta seja feita juntamente com uma testemunha de caráter neutro no intuito de garantir a idoneidade da amostra. A coleta deve ser realizada em frascos, secos e limpos, estas amostras coletadas devem ser seladas e identificadas. A embarcação deve realizar coletas de todos os tipos de óleos existentes a bordo, assim como amostras do produto derramado, para se resguardar de que esse óleo derramado não tenha sido proveniente de bordo. Essas amostras devem ser enviadas para que a Empresa (Armador) possa realizar os testes necessários para garantir sua isenção no derrame. A autoridade marítima também irá solicitar testes com o objetivo de identificar o responsável pelo derrame/poluição.

#### **4.11 Kit de combate à poluição (Kit SOPEP)**

Todas as embarcações possuem a bordo um kit de combate à poluição para auxiliar os tripulantes em casos de emergência. Esse kit deverá estar localizado em um local adequado e sempre pronto para seu uso.

No caso dos petroleiros, os responsáveis pela conservação e manutenção dos itens que compõem o kit são: o Bombeador, que mantém o kit pronto para uso em local conveniente; o Imediato, que é responsável pela manutenção e suprimento do

kit; e o Oficial de Náutica, responsável por verificar e atualizar as informações contidas no Plano de Contingência de bordo.

Em operações de transferência de carga, o material do kit deve ser colocado próximo ao Manifold e também próximo à Casa de Bombas. É obrigação dos tripulantes saber onde estar armazenado o material do kit, bem como seu uso correto.

A seguir identificamos alguns itens que compõem o Kit SOPEP: bomba pneumática do tipo wilden; serragem para absorção do óleo derramado; mantas absorventes; produto químico dispersante; areia; rodos e pás de plástico; botas de borracha de cano longo; luvas de borracha; baldes plásticos; vassouras; trapos; sacos plásticos, etc.

**Figura 15** - Kit SOPEP



Fonte: [www.alpinabriggs.com.br](http://www.alpinabriggs.com.br).

## **5 BARREIRA DE CONTENÇÃO E “SKIMMER”**

Uma alternativa muito utilizada para o combate à poluição no meio hídrico (mares, rios, baías, encostas, áreas restritas, etc.) em virtude de derrames de óleo, é a utilização de embarcações específicas para esse tipo de ocorrência; são as embarcações classificadas como “Oil Spill Response Vessels” (OSRV).

Esses Rebocadores possuem equipamentos especiais de intervenção para o combate e redução do impacto causado pelo derrame de óleo, através da utilização de barreiras de contenção e “skimmers”, do uso de dispersantes (em conformidade com as normas do IBAMA) e quando viável, da queima do óleo no próprio local do incidente (In-Situ).

O uso da barreira de contenção tem como objetivo primordial reter derrames de petróleo e seus derivados, concentrando, barrando e até direcionando o óleo para locais menos vulneráveis, ou mesmo para um determinado local que ofereça melhores condições para o seu recolhimento. A barreira de contenção também é utilizada para proteção de locais estratégicos, evitando que o possível vazamento atinja, por exemplo, um porto, uma reserva ecológica, etc.

A contenção do óleo e seu recolhimento requer o uso de diversos tipos de barreiras de contenção e diferentes equipamentos de remoção. A resposta ao acidente com derrame é determinada principalmente pelos seguintes fatores:

- a) Tempo de resposta;
- b) Eficiência das equipes;
- c) Disponibilidade e aplicabilidade dos equipamentos de combate;
- d) Quantidade e disponibilidade de pessoal qualificado para o trabalho;
- e) Condições meteorológicas e oceanográficas na ocasião do acidente.

### **5.1 “Skimmer”**

Usualmente a contenção do óleo é feita juntamente com sua remoção. Para que esse processo seja realizado faz se necessário uma série de materiais e equipamentos, como o “skimmer”, que é que um dispositivo responsável pela sucção

do óleo ou qualquer outra substância que tenha a densidade menor que a da água em contato com o óleo.

#### 5.1.1 Funcionamento do “Skimmer”

O “skimmer” é um dispositivo de sucção flutuante que tem a função de retirar o óleo da superfície da água, através de uma bomba a vácuo.

**Figura 16** – Modelo de “Skimmer”



Fonte: [www.topnews.in/files/oil\\_skimmer](http://www.topnews.in/files/oil_skimmer).

**Figura 17** – Modelo de “Skimmer”



Fonte: [www.topnews.in/files/oil\\_skimmer](http://www.topnews.in/files/oil_skimmer).

O segundo modelo, destacado logo acima, trata se de um dispositivo com 3 bóias de flutuação, formando uma área coletora que se limita a uma circunferência; essa área coletora fica posicionada um pouco abaixo do nível da água, de tal forma que possa fazer com que apenas a parte superficial da água possa entrar nessa área parcialmente submersa. Desta forma, através de uma bomba hidráulica, faz a sucção do resíduo oleoso que está na superfície da água e envia esse produto (água/óleo) aspirado para os tanques de armazenamento de resíduos a bordo da embarcação. Todo esse conjunto pode ser acionado através de comando manual local e/ou comando remoto à distância.

Após qualquer operação de recolhimento de resíduos oleosos no mar ou em outro meio hídrico, tanto as barreiras de contenção como os “skimmers” deverão ser limpos, inspecionados, testados quanto a sua operacionalidade, e mantidos em ótimo estado de funcionamento, aguardando uma eventual solicitação de operação.

## **5.2 Barreira de contenção**

O uso da barreira para retenção e recolhimento do óleo derramado é mais utilizado normalmente em ambiente marinho, na maioria das vezes em alto mar. No entanto, vale destacar que tal método está bem longe de ser 100% eficiente, tendo em vista que a tendência natural do óleo é de se espalhar, influenciado pelos ventos, ondas e correntes marítimas. Em um mar agitado, por exemplo, um grande vazamento de óleo de baixa viscosidade pode se espalhar por dezenas ou até centenas de milhas em poucas horas. Nessas circunstâncias, o processo de recolhimento tende a se tornar lento e bastante dificultoso; mesmo que seja realizado de forma totalmente operacional, não é possível recolher mais do que uma pequena quantidade do óleo derramado, cerca de 10 a 15%.

Um dos motivos da dificuldade na utilização de barreiras, em mar aberto, é movimentar uma mancha direcionando-a para áreas onde o óleo esteja mais concentrado. No entanto, tal dificuldade pode ser superada através de uma comunicação contínua e precisa entre as unidades marítimas e aéreas envolvidas nessa operação; é claro, não desprezando a ação dos ventos, ondas e correntes marítimas. Na prática, a recuperação mais eficiente do óleo derramado deve ser



feita em boas condições meteorológicas, e a otimização desse processo (tempo de ação) é de fundamental importância para o sucesso da operação.

### 5.2.1 Tipos de barreiras

Atualmente existem no mercado variados tipos e modelos que são fabricados com diferentes materiais. A barreira a ser utilizada será determinada por fatores tais como: tipo de óleo a ser contido, condições ambientais, entre outros.

Existem barreiras com características próprias e distintas, que são:

- a) Barreiras absorventes;
- b) Barreiras antifogo;
- c) Barreiras de bolha (barreiras convencionais); e
- d) Barreiras de praia, utilizadas em locais específicos.

**Figura 18** – Utilização de barreira absorvente



Fonte: [www.itopf.com](http://www.itopf.com).

### 5.2.2 Composição da barreira convencional

As barreiras necessitam de manutenção periódica e armazenamento adequado para evitar que se danifiquem. A barreira convencional tem seus elementos construtivos praticamente iguais. São confeccionadas com materiais mais resistentes, suportam melhor a ação da radiação solar, podem permanecer por mais tempo na água.

A barreira de contenção convencional é composta pelos seguintes elementos:

- a) Borda livre: usada para prevenir e reduzir a fuga de óleo por cima da barreira;
- b) Elemento de tensão longitudinal: para manter a resistência contra o vento, onda e corrente, através de lastro (chumbo ou água), mantendo a barreira na posição vertical na água;
- c) Flutuador: constituído de material impermeável e flutuante para manter a barreira boiando;
- d) Válvula de Extração: serve para retirada do ar, que é utilizado para inflar ou esvaziar a barreira;
- e) Saia: tem a função de prevenir ou minimizar a fuga do óleo por baixo da barreira.

### 5.2.3 Lançamento da barreira de contenção

Normalmente o lançamento das barreiras de contenção é realizado por embarcações com dimensões e potência suficientes para deslocar o conjunto em certas condições de mar.

Um rebocador offshore normalmente é provido com uma barreira de contenção e uma pequena embarcação de apoio com dimensões e potência diferentes das especificações do bote de resgate. Essa pequena embarcação é utilizada para estender e posicionar a barreira, envolvendo a área do derrame.

**Figura 19** – Embarcação de apoio para o lançamento da barreira



Fonte: [www.elastec.com/oilspill](http://www.elastec.com/oilspill)

**Figura 20** – Lançamento da barreira



Fonte: [www.elastec.com/oilspill](http://www.elastec.com/oilspill)

**Figura 21** – Lançamento da barreira



**Fonte:** [www.elastec.com/oilspill](http://www.elastec.com/oilspill)

Existem configurações de recolhimento utilizando uma barreira no mar, são as chamadas configurações em “J”, “U” ou “V”.

A escolha de um ou outro procedimento está associada à disponibilidade de recursos e condições meteorológicas e oceanográficas.

As formas de recolhimento mais usadas são:

a) Configuração em “J”:

Usa apenas duas embarcações. A embarcação que contém a barreira posiciona-se a ré da embarcação que irá levar a barreira a uma posição a vante da embarcação de forma a fazer um “J”. A embarcação de ré usará o “skimmer” para coletar o óleo;

b) Configuração em “U”:

Utiliza três embarcações. Duas embarcações levam as duas pontas da barreira em um mesmo sentido e a mesma velocidade, fazendo com que a própria corrente de água forme um “U”. A terceira faz o recolhimento do óleo por fora do “U”.

c) Configuração em “V”

Utiliza três embarcações. Parecida com a configuração em “U”, mas a única diferença é no vértice da barreira que é tensionado por cabos através de uma terceira embarcação. É mais utilizada em pequenos vazamentos onde o resíduo tem uma maior facilidade em dispersar.

**Figura 22** – Configuração de barreira em “U”



Fonte: [www.g1.globo.com](http://www.g1.globo.com)

**Figura 23** – Configuração de barreira em “J”



Fonte: [www.oilspillsolutions.org](http://www.oilspillsolutions.org)

## **6 OUTRAS ALTERNATIVAS NO COMBATE À POLUIÇÃO**

### **6.1 Dispersantes químicos**

Os dispersantes são formulações químicas orgânicas que buscam emulsionar o petróleo na água sob a forma de pequenas gotas para facilitar a biodegradação pela flora e fauna, acelerando o processo de autodepuração do óleo. São formados por ingredientes ativos, denominados surfactantes, e por solventes da parte ativa que permitem a sua difusão no óleo.

O uso de dispersantes pode evitar que o óleo alcance locais de maior importância ecológica e econômica, visando assim à proteção de recursos naturais, sociais e econômicos, como os ecossistemas costeiros.

Os dispersantes podem ser aplicados em casos de derramamento de óleo, no entanto só deverá ser utilizado se resultar em prejuízo ambiental menor quando comparado por um derrame em que outras medidas de evitar a poluição não forem eficazes. Sua aplicação, entretanto, só poderá ser utilizada quando possuir registro do produto junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e deve obedecer aos critérios dispostos na legislação vigente específica (Resolução CONAMA N° 269 de 14/09/2000).

Ao ser aplicado o dispersante sobre uma mancha, as gotículas de óleo presentes são envolvidas pelas substâncias surfactantes, estabilizando a dispersão, ajudando a promover uma rápida diluição pelo movimento da água. O dispersante reduz a tensão superficial entre a água e o óleo, ajudando na formação de gotículas menores, as quais tendem tanto a se movimentar na coluna de água, como permanecer em suspensão na superfície, acelerando o processo natural de degradação e de dispersão.

Os dispersantes, quando utilizados de forma apropriada, podem transferir para coluna de água um grande volume de óleo que estava na superfície, garantindo resultados com maior velocidade do que os métodos de remoção mecânicos.

Em geral, os dispersantes, têm pouco efeito sobre óleos viscosos, pois há uma tendência do óleo se espalhar na água antes que os solventes e agentes surfactantes possam interagir com o óleo.

### 6.1.1 Critérios para aplicação

No procedimento com uso de dispersantes, verifica-se que a reação do mesmo só ocorrerá em ambientes marinhos onde houver energia suficiente para permitir a diminuição da tensão superficial da mistura mancha oleosa/dispersante. Pode haver casos em que a própria turbulência natural do mar promova a dispersão da mancha oleosa, mas, geralmente, é necessária a agitação mecanicamente, com a passagem de uma embarcação sobre a mancha.

**Figura 24** – Aplicação de dispersante por embarcação OSRV



Fonte: [www.response.restoration.noaa.gov](http://www.response.restoration.noaa.gov).

### 6.1.2 Métodos e formas de aplicação

Os métodos e formas de aplicação dos dispersantes, no combate à poluição por óleo no mar, devem ser escolhidos utilizando-se alguns fatores de maior importância, tais como: tipo e volume do óleo derramado; grau de intemperismo do óleo no mar; características oceanográficas e meteorológicas; tipo de dispersante a ser utilizado e equipamentos disponíveis para a aplicação.

Os dispersantes podem ser aplicados através de meio aéreo ou até mesmo pelas próprias embarcações. Para a dispersão do óleo na água, em casos de mar

calmo, utiliza-se a agitação mecânica, após aplicação do dispersante, através dos hélices das próprias embarcações.

## 6.2 Queima *In Situ*

A Queima *In Situ* é o nome do processo de queima do óleo derramado no mar, no local ou próximo ao local do derrame. É necessário o emprego de técnicas e equipamentos especiais, sendo necessária a autorização das autoridades competentes.

Existem vários problemas que limitam o uso desta técnica, incluindo o perigo da fonte de ignição, a formação de resíduos densos (que podem afundar) e questões quanto à segurança dessa técnica. Este método ainda não foi regulamentado no Brasil, contudo, é utilizado há mais de 30 anos em alguns países como Suécia, EUA, Canadá e Inglaterra.

**Figura 25** – Processo de Queima *In Situ*



Fonte: [www.zazzle.com.br](http://www.zazzle.com.br)

Alguns critérios devem ser tomados antes de se iniciar o processo da queima, como o tipo de barreira que está sendo utilizada (deve ser do tipo antifogo), a distância da mancha para a embarcação avariada, a existência de população



próxima ao local da queima, a toxicidade da fumaça que será gerada, o tipo de óleo derramado, os resíduos que serão gerados e condições de tempo e mar.

O maior problema desse processo é a formação de resíduo que pode ser extremamente viscoso e de difícil recuperação no mar e na costa. A maior preocupação é com a possibilidade de o resíduo afundar, podendo causar sérios danos às espécies de fundo, sendo a recuperação do ecossistema muito mais difícil.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Evitar a poluição do meio ambiente marinho envolve uma série de fatores, de medidas preventivas que devem ser adotadas tanto pelas empresas com também por todos os seus colaboradores (funcionários, clientes, fornecedores, etc.).

Portanto faz-se necessário o envolvimento de todos os membros da cadeia produtiva através da conscientização dos problemas e das consequências que um derrame possa causar ao meio ambiente e a sociedade; conhecimento das legislações e normas que regem o setor e tratam da prevenção à poluição; investimentos em educação ambiental e nas mais variadas técnicas de treinamentos; busca por investimentos em novas tecnologias, novos equipamentos para prevenção e combate à poluição; investimentos em projetos de embarcações mais modernas, menos poluentes, que consumam menos combustíveis e lubrificantes e que sejam cada vez mais seguras para a tripulação.

Dessa forma poderemos evitar ou mesmo reduzir o impacto ambiental provocado por um possível derrame de óleo e/ou outras substâncias perigosas e nocivas ao meio marinho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 09 ago. 2014.

ALPINA BRIGGS. Disponível em: <<http://www.alpinabriggs.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

AMBIENTE BRASIL. **Principais acidentes com petróleo e derivados no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

CETESB. **Legislação Federal**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

CETESB. **Legislação Internacional**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

IMO. **Manual on oil pollution**: Section IV – Combating oil spills. London, 1988.

ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation Limited. **Oil tanker spills/data & statistics**. Disponível em: <<http://www.itopf.com>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

KAFA, Thiago. **MARPOL, Anexo I**: Aplicação e implementação no Brasil. Trabalho de Conclusão do Curso de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (Bacharel em Ciências Náuticas). Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

OLIVEIRA, Carlos T. **Expansão do transporte marítimo mundial**. Disponível em: <<http://www.portosenavios.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

PEREIRA, R. **Impactos ambientais em desastres marítimos**. 1a ed. Rio de Janeiro: Funenseg, 2003.

PETROBRAS TRANSPORTES. **SOPEP**: plano de emergência para poluição no mar por óleo. Rio de Janeiro, 2000.

PONS, A. Oliveira. **Derramamentos de petróleo e consequências para o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.arvore.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1998.

SANTOS, Marcelo Muniz. **Resposta a acidentes de derrame de óleo no mar**. Trabalho de Conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, Ronaldo Cesar da. **Poluição marinha**: derramamentos de óleo, investimentos preventivos, planejamento e gerenciamento no combate a incidentes. Trabalho de Conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2010.

SMITH, Denis. **As empresas e o meio ambiente**: Implicações do novo ambientalismo. Madrid: Instituto Piaget, 1995.

TRANSFERETTI, José. **Ética e responsabilidade social**. Campinas: Editora Alínea, 2006.