

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

**POSSIDONIO COUTO BEM FILHO**

**PLANOS DE CONTIGÊNCIA ADOTADOS PARA CONTER A POLUIÇÃO**  
**CAUSADA PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR**

**RIO DE JANEIRO**

**2016**

**POSSIDONIO COUTO BEM FILHO**

**PLANOS DE CONTIGÊNCIA ADOTADOS PARA CONTER A POLUIÇÃO  
CAUSADA PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Aperfeiçoamento para Oficiais de  
Máquinas do Centro de Instrução  
Almirante Graça Aranha, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do  
Certificado de Competência Regra III/2 de  
acordo com a Convenção STCW 78  
emendada.

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

**RIO DE JANEIRO  
2016**

**POSSIDONIO COUTO BEM FILHO**

**PLANOS DE CONTIGÊNCIA ADOTADOS PARA CONTER A POLUIÇÃO  
CAUSADA PELO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Aperfeiçoamento para Oficiais de  
Máquinas do Centro de Instrução  
Almirante Graça Aranha, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do  
Certificado de Competência Regra III/2 de  
acordo com a Convenção STCW 78  
emendada.

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

Orientador: 1T (RM2-T) **Raquel** da Costa **Apolaro**  
**Mestre em Educação**

---

Assinatura do Orientador

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

Ao meus pais, minha irmã e minha noiva que tanto amo.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores, aos amigos de turma, a minha orientadora Tenente Raquel Apolaro.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é abordar a forma de combate à Poluição por Óleo através de um Plano de Contingência. Depois do vazamento de petróleo no Golfo do México que deixou um poço aberto no fundo do mar a mais de 1,5Km da superfície, jorrando mais de 72 milhões de litros, pode-se discutir o que é um Plano de Contingência para esse tipo de acidente. Ele define a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações requeridos seja ela local, regional ou nacional. Inicialmente serão tratados os aspectos históricos sobre o transporte de óleo por navio, ocorrência de vazamento de óleo no mar, as convenções internacionais, o modelo de plano de contingência, os procedimentos a serem cumpridos no plano de contingência de acordo com a convenção MARPOL. O estudo conclui que o derramamento de óleo e substância perigosa pode causar grande prejuízo econômico para humanidade e que para derramamentos de grande quantidade não se sabe se o plano de contingência é eficaz, os de pequena quantidade são controlados até mesmo pela própria tripulação com seus planos de contingência de bordo, e a forma mais eficaz de combater a este tipo de evento é a prevenção e o treinamento constante.

**Palavras-chave:** Combate a Poluição. Plano de Contingência. Vazamentos.

## ABSTRACT

The objective of this study is to discuss how to combat the oil pollution through a contingency plan. After the oil spill in the Gulf of Mexico that left an open pit in the seabed more than 1.5 km from the surface, gushing more than 72 million liters, we can discuss what is a contingency plan for such accident. It defines organizational structure, procedures and resources available for response to oil pollution events at sea, operating at different levels of actions required or whether local, regional or national. Initially the historical aspects will be treated on the transport of oil by ship, occurrence of oil spill at sea, international conventions, the model contingency plan procedures to be fulfilled in the contingency plan in accordance with the MARPOL convention, the sopep kit to combat pollution from Petrobras. The study concludes that the oil spill and hazardous substance can cause great economic harm to humanity and to spills of large quantities is not known whether the contingency plan is effective, small quantity are controlled even by his own crew with plans contingency map, and most effective way to combat this type of event is the prevent and constant training.

**Keywords:** Pollution combat. Contingency plan. Leaks.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Área do vazamento do óleo da Chevron na Bacia de Campos	19
<b>Figura 2:</b>	Derramamento de óleo na Baía de Ilha Grande	20
<b>Figura 3:</b>	Ave coberta com petróleo no Golfo do México	21
<b>Figura 4:</b>	Petróleo degradado, com elevada viscosidade e densidade. Acidente Hamilton Lopes, janeiro. 1976. São Sebastião, SP	24
<b>Figura 5:</b>	Recobrimento físico em sedimento de praia devido a um derrame de óleo pesado	26
<b>Figura 6:</b>	Modelo do comportamento do petróleo no mar	29
<b>Figura 7:</b>	Contenção de vazamento de óleo	32
<b>Figura 8:</b>	Exercício simulado desenvolvido pela Petrobrás em São Sebastião	47
<b>Figura 9:</b>	Lançamento de barreira de contenção	47
<b>Figura10:</b>	Lançamento de barreira de contenção	48
<b>Figura11:</b>	Barreira absorvente	48
<b>Figura12:</b>	Contenção e remoção com barcaça recolhadora	49
<b>Figura13:</b>	Skimmer de disco e Skimmer de fita	49
<b>Figura14:</b>	Barcaças recolhadoras	50
<b>Figura15:</b>	Aplicação de turfa vegetal	51
<b>Figura16:</b>	Limpeza manual de costões rochosos e praias	51
<b>Figura17:</b>	Limpeza natural	52
<b>Figura18:</b>	Bombeamento a vácuo	52



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	Propriedades do Petróleo	22
<b>Tabela 2:</b>	Classificação dos tipos de óleo	24
<b>Tabela 3:</b>	Comparação das características físicas de vários tipos de óleo	25
<b>Tabela 4:</b>	Classificações do vazamento	38
<b>Tabela 5:</b>	Características estruturais das barreiras de contenção	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ACIDENTES AMBIENTAIS NO BRASIL CAUSADO PELA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR</b>	<b>16</b>
3.1	Pela exploração e produção do petróleo	16
3.2	Pelo transporte de petróleo e derivados	19
3.3	Pelo derrame de óleo no mar	20
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO</b>	<b>22</b>
4.1	Aspectos físicos e químicos	22
4.2	Toxicológicos	25
<b>5</b>	<b>COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA</b>	<b>29</b>
5.1	Espalhamento	29
5.2	Oxidação	29
5.3	Dispersão	30
5.4	Evaporação	30
5.5	Emulsificação	30
5.6	Dissolução	30
5.7	Biodegradação	31
5.8	Sedimentação	31
<b>6</b>	<b>PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA VAZAMENTO DE ÓLEO NO MAR</b>	<b>32</b>
6.1	Plano de contingência	38
6.2	Objetivos do plano de contingência para navios petroleiros	39
6.3	Procedimentos de notificação	40
6.3.1	Relator do incidente	41
6.3.2	A informação que deve ser emitida	41
6.3.3	Quem deve ser notificado	42
6.3.4	Informações fornecidas	43
6.3.5	Relatórios de acompanhamento	44
6.3.6	Controle de derrames	45
6.4	Treinamentos e simulações	45
6.4.1	Exercícios de notificação	46

6.4.2	Exercícios tabletop	46
6.4.3	Exercício de uso de equipamentos	46
6.4.4	Manejo de acidentes	47
<b>6.5</b>	<b>Contenção e remoção</b>	<b>45</b>
<b>6.6</b>	<b>Limpeza de ambientes costeiros</b>	<b>50</b>
6.6.1	Absorventes	50
6.6.2	Remoção manual	51
6.6.3	Limpeza natural	51
6.6.4	Corte da vegetação	52
6.6.5	Bombeamento a vácuo	52
6.6.6	Barreiras, esteiras recolhedoras e “skimmers”	53
6.6.7	Dispersantes químicos	53
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Derramamentos de óleo e substâncias perigosas podem causar grandes impactos ambientais nos ecossistemas atingidos, provocar grandes perdas econômicas para os habitantes locais e para populações que utilizam recursos naturais destes ambientes. Estes incidentes podem demandar utilização intensa de recursos materiais, humanos e financeiros.

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

Os vazamentos de óleo, petróleo e seus derivados são recorrentes em águas brasileiras, especialmente desde a década de 70, com o aumento de acidentes de navegação. Entre os piores e mais relevantes, está o de 2011 que aconteceu na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro, e derramou 588 mil litro de petróleo no mar. O acidente no Brasil aconteceu um ano após o desastre no Golfo do México, considerado por muitos especialistas como a pior catástrofe ambiental dos Estados Unidos. Outro desastre se deu na bacia do Rio Iguaçu, no estado do Paraná, em julho de 2000. Houve uma ruptura da junta de expansão de uma tubulação da Refinaria Presidente Getúlio Vargas, da Petrobrás, sendo considerado o pior em termos de volume derramados em águas de jurisdição brasileira, mais de um milhão de galões (quatro milhões de litros) foram jogados no meio ambiente, afetando a fauna e a flora da região.

Porém, o Brasil vem ampliando as salvaguardas contra desastres ambientais em grandes proporções provocados por derramamento de óleo. A Presidente Dilma Rousseff aprovou o decreto que institui o Plano Nacional de Contingência (PNC), para incidentes de poluição em águas de jurisdição nacional, que deverá ser adotado em caso de acidentes em maiores proporções, nas quais a ação individualizada dos agentes não se mostrar suficiente para a solução do problema. Neste estão fixadas as responsabilidades, estabelece estrutura organizacional e define diretrizes, procedimentos e ações, com o objetivo de permitir a atuação coordenada de órgãos da administração pública e entidades públicas e privadas para ampliar a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo que

possam afetar nossas águas, para minimizar os danos ambientais e evitar prejuízos para a saúde pública.

O monitoramento ambiental das áreas onde ocorrem atividades de prospecção, exploração e transporte de petróleo, é bastante importante e tem a finalidade de prevenir e minimizar acidentes com óleo e gás. Esta necessidade fica evidente na Portaria do MCT n. 552 de 08/12/1999 que define as diretrizes gerais de Plano Nacional de Ciência & Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural - CTPETRO - cujo objetivo final é a elaboração de um Plano de Contingência para derramamento de óleo no mar nas diversas áreas de exploração e produção offshore no Brasil, com participação conjunta dos operadores. Para elaboração de Planos de Contingência faz-se necessário o mapeamento das áreas sensíveis ao derramamento de óleo, bem como modelos previsionais do movimento da mancha de óleo, a partir de bancos de dados consistentes para incluir as diversas fases de monitoramento ambiental (CASTRO *et al.*, 2003).

Sendo assim, este trabalho visa destacar as consequências do derramamento de petróleo no mar e seus impactos no ecossistema marinho, a fim de atentar para a importância da exigência de um processo de licenciamento ambiental e da implementação de medidas que minimizam esses impactos, abordando o nosso Plano de Contingência Nacional.

## **2 ACIDENTES AMBIENTAIS NO BRASIL CAUSADO PELA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO**

Além das políticas externas, outro fato que influenciou fortemente na adoção de instrumentos de Gestão de política ambiental foram os acidentes catastróficos que ocorreram no Brasil, em grande parte, nos processos da Indústria de Petróleo e Gás. Os acidentes mais catastróficos relacionados à Indústria de Petróleo e Gás, no Brasil, foram (Souza Filho, 2006):

Em 6 de dezembro de 1960, o navio-tanque Sinclair Petroleiro, afundou em frente às costas do Brasil com aproximadamente 60.000 t.

Em agosto de 1974, o navio-tanque Takimya Maru chocou-se com uma rocha no Canal de São Sebastião, litoral norte de São Paulo, causando o vazamento aproximado de 7.000 m<sup>3</sup> de óleo.

Ainda em 1974, em 29 de agosto, o navio Esso Garden State, quando estava em um porto ou terminal no Brasil derramou 5.882 m<sup>3</sup>, durante operação de carregamento.

Em 26 de março de 1975, o navio-tanque iraquiano Tarik Ibn Ziyad encalhou, enquanto navegava no canal central da Baía de Guanabara. Os tanques se romperam e vazaram por cerca de 15 horas. Os registros de volume de produto derramado são de aproximadamente 7.000 m<sup>3</sup> de óleo cru.

Ainda em março de 1975, o navio finlandês Enskeri, de propriedade da companhia estatal finlandesa Neste Oil, pretendia despejar 7 toneladas de arsênico, acondicionadas em 690 barris de concreto, para facilitar sua imersão nas águas do Atlântico Sul. A denúncia veiculada pela imprensa nacional provocou reação da opinião pública e do governo, o que impediu que este alijamento se concretizasse. Este incidente provocou a mobilização das delegações do Brasil, Argentina e Uruguai que participavam da Conferência das Nações Unidas sobre Direito do Mar, realizada em Genebra, para apresentação de protesto contra a decisão de alijamento do produto.

Na manhã de 9 de janeiro de 1978, o petroleiro Brazilian Marina encalhou no canal de São Sebastião, em São Paulo. Os tanques perfurados deixaram vazar petróleo cru e, segundo diferentes fontes, em torno de 6.000 m<sup>3</sup>.

Cerca de 2.800 m<sup>3</sup> atingiram a costa de São Paulo e sul do Rio de Janeiro, e o restante se deslocou para o mar. Em 26 de maio de 1978, o navio-tanque Aminona

derramou 23.305 m<sup>3</sup> de óleo combustível n°2 no Banco do Meio, situado na zona econômica exclusiva brasileira.

Em 27 de outubro de 1979, o petroleiro Gunvor MAERSK se incendiou e derramou 12.000 t de óleo combustível, no rio Amazonas.

Em 14 de outubro de 1983, em Bertioga, São Paulo, o rompimento de oleoduto da Petrobras que liga São Sebastião a Cubatão, por ações de terceiros, provocou vazamento de 2.500 m<sup>3</sup> de petróleo.

Em 17 março de 1985, ao colidir com o píer do terminal de São Sebastião, o navio Marina deixou vazar de 2.000 m<sup>3</sup> de óleo para o mar, atingindo as praias dos quatro municípios do litoral norte do Estado de São Paulo.

Em dezembro de 1986, o petroleiro Brotas, de 91.670 toneladas de arqueação bruta, pertencente à FRONAPE, abalroou com a embarcação Jacuí, também da FRONAPE, entre o Cabo de São Tomé e Cabo Frio. O Brotas avariou o casco por bombordo, derramando mais de 1.600 m<sup>3</sup> de óleo no mar.

Em 15 de maio de 1994, o rompimento do oleoduto que liga o Terminal de São Sebastião (TEBAR) à Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, decorrente de corrosão, provocou o vazamento de 2.700 m<sup>3</sup> de petróleo sergipano terrestre, afetando comunidades de costões rochosos que vinham sendo monitoradas desde 1993. Estudos verificaram que apesar da grande quantidade e da alta toxicidade apresentada pelo petróleo em questão (sergipano terra), houve efeito físico (recobrimento físico) ou químico (efeito tóxico) do óleo, porém o ecossistema retornou as suas condições iniciais, não havendo grande impacto nas populações estudadas. Cabe frisar que este mesmo oleoduto foi fonte de derrame em 1983.

Em 10 de março de 1997, dois rompimentos no oleoduto de transporte de produtos escuros (PE-II), que interliga as instalações do Sistema de Dutos e Terminais do Sudeste (DTSE) à Refinaria Duque de Caxias (REDUC), provocaram vazamento de óleo combustível marítimo (MF-380), no mangue situado entre a refinaria e a Baía de Guanabara.

Em 18 de janeiro de 2000, cerca de 1.300 m<sup>3</sup> de óleo combustível marítimo (MF-380) vazaram de uma das linhas do sistema de oleodutos de transferência de produtos da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) para o Terminal da Ilha D'Água (TORGUÁ), na Baía de Guanabara. Uma fenda transversal, abrangendo cerca de meia circunferência do duto, foi constatada por inspeção submarina.

Em 16 de março de 2000, a falha mecânica na válvula do convés do navio MAFRA IV ocasionou o derrame de 7.250 m<sup>3</sup> de petróleo, proveniente do Campo de Marlim, da Bacia de Campos. Este derramamento, no Canal de São Sebastião, provocou recobrimento de óleo em costões rochosos e sedimento das praias.

No dia 15 de novembro de 2004, o navio-tanque Vicuña, de bandeira chilena, sofreu uma explosão no porto de Paranaguá, enquanto descarregava metanol. Depois da explosão, o navio se partiu em dois blocos e um deles afundou. Quatro tripulantes dos 24 que estavam a bordo morreram e cerca de um milhão de litros de metanol e cinco milhões de litros de óleo combustível vazaram no mar. Destes, apenas foram recuperados cerca de 1,2 milhões de litros de óleo e 2,3 milhões de litros de água oleosa. Centenas de animais, incluindo crustáceos, golfinhos, tartarugas e aves aquáticas, foram encontradas mortas na região.



### **3 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR**

As consequências de um derrame de óleo sobre ambientes costeiros e marinhos são determinados por vários fatores, como: composição química do óleo, quantidade derramada, condições meteorológicas e oceanográficas (ventos, correntes e marés), posição geográfica e dimensões da área afetada.

A toxicidade afeta a vida marinha a curto e longo prazo, a curto prazo pois causa a morte da vida marinha e a longo pois o óleo pode ser incorporado à carne dos animais, tornando-a inadequada ao consumo humano. Mesmo em baixas concentrações, o óleo pode interferir nos processos vitais à reprodução. Modificando ciclo reprodutivo, toda a cadeia alimentar é afetada, acarretando danos irreparáveis ao ecossistema.

A mancha de óleo na superfície da água também interfere na passagem de luz e, conseqüentemente, prejudicando o processo de fotossíntese realizado pelo fitoplâncton. Além de diminuir eficiência da troca de oxigênio com ar, por difusão.

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.

#### **3.1 Pela exploração e produção do petróleo**

As atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, em áreas offshore, têm o potencial de causar uma grande variedade de impactos sobre o meio ambiente. Entende-se impacto ambiental como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização. Aspectos ambientais são os elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ABNT ISO14001, 2004). Tais “impactos” dependem, basicamente, do estágio de desenvolvimento dos processos, do tamanho e da complexidade dos projetos, da natureza e da sensibilidade do ambiente, no qual serão desenvolvidas as atividades, e da eficácia do planejamento, assim como, das técnicas de

prevenção, controle e mitigação da poluição e dos outros efeitos adversos sobre o meio ambiente. A Cadeia Produtiva da indústria de petróleo e gás natural pode ser dividida em quatro grandes etapas, segundo a definição na ANP (Lei 9.478/97):

- a) Exploração – consiste no conjunto de operações ou atividades destinadas a avaliar áreas, objetivando a descoberta e a identificação de jazidas de petróleo ou gás natural;
- b) Desenvolvimento – consiste no conjunto de operações e investimentos destinados a viabilizar as atividades de produção de um campo de petróleo ou gás natural (Lei 9.478/97);
- c) Produção – consiste no conjunto de operações coordenadas de extração de petróleo ou gás natural de uma jazida e de preparo para a sua movimentação (Lei 9.478/97);
- d) Abandono – consiste na série de operações destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis, podendo ser: permanente, quando não houver interesse de retorno ao poço, ou temporário, quando, por qualquer razão, houver interesse de retorno ao poço.

Com relação às atividades de perfuração, todos os tipos de perfuração são associados à geração de resíduos, tais como lamas e cascalhos de perfuração. Os cascalhos são separados das lamas e limpos em separadores especiais. A quantidade de óleo residual presente nos cascalhos é maior quando são utilizadas lamas à base de óleo. As lamas separadas e os fluidos de limpeza dos cascalhos são, parcialmente, reciclados para o sistema. Os cascalhos e a lama restante podem ser descarregados no mar ou transportados para terra, para serem corretamente dispostos, a depender da situação e das exigências ambientais, sendo mais comum a primeira forma de descarte. Os cascalhos cobertos por óleo e, frequentemente, por fluidos de perfuração tóxicos são a maior fonte de poluição das operações de perfuração. Por outro lado, sabe-se hoje que a disposição dos cascalhos, próximo ao leito marinho, ao invés de seu lançamento na superfície da água, pode limitar a dispersão dos poluentes suspensos e, conseqüentemente, reduzir a magnitude de seu impacto potencial sobre o meio ambiente. Muitos países e companhias de petróleo estão buscando formas efetivas de limpar e reduzir a toxidade dos cascalhos de perfuração contaminados por óleo.

Recentemente, foi desenvolvida nos Estados Unidos uma tecnologia de remoção dos resíduos de perfuração, especialmente dos cascalhos, a partir de sua

reinjeção na formação geológica. Esta técnica oferece uma possibilidade de se obter a descarga zero, para este tipo de resíduo. O perigo das lamas de perfuração, para o meio ambiente, está relacionado, particularmente, à presença de materiais lubrificantes na sua composição. Estas substâncias lubrificantes possuem, normalmente, uma base de hidrocarbonetos e são necessárias para assegurar a eficácia da perfuração, especialmente no caso de perfuração direcional ou de perfuração de rochas sólidas.

Os lubrificantes são adicionados nos fluidos de perfuração, desde o início como parte das formulações originais ou no decorrer do processo, quando as necessidades operacionais aparecem. Em ambos os casos, as lamas utilizadas e os cascalhos cobertos por esses fluidos contêm consideráveis quantidades de hidrocarbonetos estáveis e tóxicos, assim como de um grande espectro de muitas outras substâncias. Outra fonte de poluição por óleo é a areia extraída junto com os hidrocarbonetos. A quantidade de areia produzida pode variar bastante, em função das regiões, e mesmo durante a produção numa mesma área. Em alguns casos, a areia constitui parte considerável do produto extraído. Mais frequentemente, a areia é limpa e despejada no mar, no mesmo local do poço.

Com relação às atividades de produção, praticamente todos os seus estágios e operações em áreas offshore são acompanhados pela geração de efluentes líquidos e gasosos, assim como de resíduos sólidos indesejáveis. Especificamente, o comissionamento (partida) das instalações pode resultar em mudanças de desempenho temporárias dos processos, que podem originar emissões atmosféricas incomuns (tais como aquelas decorrentes de ventilação e queima de gás em “flare” e da queima de combustíveis, para geração de energia), descarte de efluentes no mar, tais como o descarte de produtos químicos e geração de águas de produção de pior qualidade (Mariano, 2007). Dentre os impactos ambientais, os grandes vazamentos são os que causam maior dano ao meio ambiente, em um curto espaço de tempo, necessitando do acionamento dos Planos de Contingência, para mitigação de seus efeitos. Os grandes vazamentos podem ocorrer por falta de controle do poço tendo, como evento final, o blowout ou uma combinação de falhas humanas e de equipamentos que levem à ruptura de dutos ou mesmo ao afundamento de uma plataforma.

**Figura 1:** Área do vazamento do óleo da Chevron no Campo do Frade, Bacia de Campos



Fonte: veja.abril.com.br.

### 3.2 Pelo transporte de petróleo e derivados

O transporte de hidrocarbonetos no país vincula-se a três funções: o escoamento da produção dos campos de exploração para instalações de armazenamento e de processamento, a importação e exportação de petróleo bruto e derivado, e a distribuição dos produtos processados. Para que tais objetivos sejam atendidos, torna-se imprescindível a combinação de meios de transporte e instalações. Tem-se, então, a integração de dutos, terminais e navios petroleiros e, de forma complementar, o transporte ferroviário e rodoviário. No Brasil, o transporte marítimo realizado pelos navios petroleiros constitui-se no principal modal, atuando tanto na navegação de longo curso, como na navegação de cabotagem, ao longo de toda a costa brasileira. A interligação com a terra é feita através dos terminais marítimos, peças-chave nesta cadeia logística, distribuídos ao longo de toda a costa brasileira.

Diferentemente da tendência de transporte de cargas nos EUA, o modal com maior participação no transporte de petróleo e derivados no Brasil é o aquaviário, seguido pelos modais duto viário, ferroviário e rodoviário. Devido à produção de petróleo no país estar concentrada na exploração offshore, apenas a Bacia de Campos, em 2002, foi responsável por 82,5% (438.292 mil barris) da produção nacional de petróleo (ANP, 2003) e tem 80% de sua produção total escoada por

navios e o restante (20%) via dutos (Brasil Energia, 2002). A atividade de transporte de petróleo e derivados tem grande potencial de impacto ambiental agudo, principalmente, devido ao grande volume transportado.

O transporte de petróleo e derivados pode causar descargas de portes variáveis, desde as maiores proporcionadas por acidentes com petroleiros até as relativamente pequenas, mas frequentes, descargas operacionais. Mundialmente, este transporte lança no ambiente cerca de 100.000 toneladas de hidrocarbonetos, por ano. Além do grande vazamento de óleo, existem os impactos ambientais crônicos, tais como emissões atmosféricas, geração de resíduos, utilização de tintas tóxicas e transferência de espécies exóticas através da água de lastro (IMO, 2004). Um derrame de óleo pode gerar uma série de impactos sobre os organismos e os ecossistemas, e em atividades costeiras, prejudicando atividades recreativas, como banho de praia, mergulho, pescaria, e gerando contestações por parte da população, do comércio (hotéis, restaurantes, turismo), do governo local, de indústrias que usam recursos do mar e de outros setores da sociedade que se utilizam do ambiente afetado.

**Figura 3:** Derramamento de Óleo na Baía da Ilha Grande



Fonte:revistacidadel.com.br.

### 3.3 Pelo derrame de óleo no mar

Para entender o impacto causado pelo petróleo, é necessário entender sua composição química. O petróleo é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbicas e anaeróbicas por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é, mais tarde, transformado sob alta

pressão e temperaturas que não excedem 150° C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros componentes inorgânicos.

Durante esses processos, o petróleo, que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e, finalmente, formam os poços de petróleo. Portanto, para que se forme uma jazida petrolífera, são necessárias as seguintes condições: a existência de sedimentos, originalmente, ricos em matéria orgânica e de condições propícias às transformações químicas e bioquímicas dos compostos orgânicos, a ocorrência de processos migratórios e de rochas reservatórias com boa porosidade, a fim de que o petróleo possa escorrer livremente entre os interstícios, e também a existência de estruturas acumuladoras, para que este possa ser economicamente explorável.

Devido a essas condições, cada óleo apresentará diferentes características, tanto físicas, como químicas. Assim, uma definição precisa da composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais. Quando derramado no mar, o petróleo se espalha formando uma mancha, de espessura variável e tem sua trajetória alterada em função da velocidade e direção dos ventos superficiais e correntes marinhas. Este processo faz com que a mancha do óleo derramado se expanda, aumentando sua área e diminuindo sua espessura. A mancha, no seu percurso, em direção à costa ou ao alto mar, sofrerá uma série de processos intempéricos que, por sua vez, são influenciados por outros fatores, como o estado do mar (temperatura, pH e salinidade) e do clima (umidade e radiação solar), a presença de bactérias e materiais particulados suspensos na água, e, principalmente, das propriedades físico-químicas do óleo derramado. Os processos da reação do petróleo na água são (ITOPF, 2010).

**Figura 2:** Ave coberta com petróleo no Golfo do México



Fonte: bichosbrasil.com.br.

## 4 CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO

O óleo é uma mistura complexa envolvendo uma grande quantidade de substâncias químicas. De acordo com sua constituição, podem ter diferentes características físicas, químicas e toxicológicas as quais se alteram ao longo do tempo, se presentes no ambiente marinho. O conjunto dessas alterações faz parte de um processo denominado intemperismo do óleo.

**Tabela 1:** Propriedades do Petróleo

Em geral, os óleos são classificados como:	
NÃO PERSISTENTES	PERSISTENTES
Gasolina	
Nafta	Óleos crus
Querosene	
Óleos leves	

Fonte: ITOF - The International Tanker Owners Pollution Federation.

### 4.1 Aspectos físicos e químicos

O petróleo é derivado de matéria orgânica de origem biológica. Os restos de plantas e animais, depois de sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações aeróbias e anaeróbias por bactérias. O produto degradado, junto com os restos de bactérias, é mais tarde transformado sob alta pressão e a temperaturas que não excedem 150<sup>0</sup>C. As reações de transformação procedem em sítios catalíticos presentes nas adjacências das superfícies das rochas em presença de água, ácido sulfúrico, enxofre e outros compostos inorgânicos. Durante esses processos o petróleo que está disperso, acumula-se por migração em reservatórios e finalmente formam os poços de petróleo (Speers e Whithehead, 1969).

Portanto para que se forme uma jazida petrolífera são necessárias as seguintes condições: a existência de sedimentos originalmente ricos em matéria orgânica, condições propícias às transformações químicas e bioquímicas dos compostos orgânicos, ocorrência de processos migratórios e rochas reservatórias com boa porosidade a fim de que o petróleo possa escorrer livremente entre os interstícios, e também a existência de estruturas acumuladoras para que este possa ser economicamente explorável (Leinz e Amaral 1966).

Devido a essas condições, cada óleo formado apresentará diferentes características, tanto físicas como químicas. Assim, uma definição precisa da

composição do petróleo é impossível, uma vez que não existem dois óleos exatamente iguais (Speers e Whithehead, 1969; Tissot e Welt 1984).

Quimicamente falando, o petróleo apresenta milhares de compostos diferentes, formando uma mistura muito complexa. Entre os principais componentes estão os hidrocarbonetos que chegam a atingir 98% da composição total (Clark e Brown 1970). Enxofre, nitrogênio e oxigênio são os constituintes menores mais importantes. Há ainda metais traço como vanádio, níquel, sódio, cálcio, cobre e urânio (Posthuma, 1977). Devido a predominância de hidrocarbonetos no petróleo, são esses os compostos utilizados como indicadores deste tipo de poluição. Os hidrocarbonetos no entanto não existem apenas no petróleo, eles ocorrem normalmente como produtos de biossíntese da maioria das plantas e animais. Os hidrocarbonetos do petróleo compreendem os n-alcanos, isoalcanos, cicloalcanos, e aromáticos. Entre esses os predominantes são os n-alcanos e os alcanos com cadeia ramificada. Esses compostos contêm quantidades de carbono que variam de 1 até 78 átomos em alguns tipos de petróleo (Ludwig, 1965). O mais importante grupo de ramificados são os isoprenóides contendo 13 átomos de carbono, sendo o pristano e o fitano com 19 e 20 átomos de carbono respectivamente (Volkman et al 1992).

Vários dos ciclo alcanos, também chamados de ciclo parafinas ou naftenos, estão entre os constituintes menores mais importantes. Os aromáticos são os que contêm um núcleo benzênico ou mais, entre eles estão os policíclicos aromáticos que contêm 3 ou mais núcleos. Os Naftenos aromáticos apresentam estruturas cíclicas saturadas e aromáticas ao mesmo tempo (NRC, 1985). Produtos refinados como gasolina, diesel, óleos lubrificantes, querosene, óleo combustível contêm os mesmos compostos que o petróleo, mas com um intervalo de pontos de ebulição mais restrito. Além disso, em processo de refino, como o craqueamento, há geração de olefinas (alcenos e cicloalcenos), que existem em alta concentração na gasolina (NRC, 1985).

Em geral, os óleos são classificados como:

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



$$\text{Grau API} = \left( \frac{141,5}{\text{gravidade específica}} \right) - 131,5$$

**Tabela 2:** Classificação dos tipos de óleo

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

Fonte: ITOFF - The International Tanker Owners Pollution Federation.

Praticamente todos os óleos têm gravidade específica menor que 1. Processos de intemperismo podem alterar as propriedades do óleo tornando-o mais denso provocando seu afundamento na água. Outras importantes propriedades do óleo são:

a) Volatilidade - A volatilidade de um óleo é caracterizada pela sua destilação. Conforme a temperatura de um óleo aumenta, diferentes componentes atingem seu ponto de ebulição.

As características de destilação são expressas pela proporção do óleo original que se destila a uma dada temperatura.

b) Viscosidade - É a resistência ao fluxo. Depende diretamente da temperatura e quantidade de frações leves na mistura. Influencia a taxa de espalhamento e espessura das manchas de óleo bem como seu comportamento no ambiente e nos procedimentos de limpeza empregados.

**Figura 4:** Petróleo degradado, com elevada viscosidade e densidade. Acidente Hamilton Lopes, janeiro. 1976. São Sebastião, SP



Fonte: Cetesb.sp.gov.br.

- c) Pour Point ou Fluidez - É a temperatura abaixo da qual o óleo não fluirá. Resultado da formação de uma estrutura microcristalina que amplia a viscosidade e tensão superficial do produto. Tensão superficial geralmente varia entre 32°C a - 57 °C; óleos leves e menos viscosos, apresentam ponto de pureza mais baixos.
- d) Tensão superficial - É a força de atração entre as moléculas de superfície de um líquido. Esta, juntamente com a viscosidade determinam a taxa de espalhamento das manchas de óleo. Tensão superficial decresce com aumento da temperatura. Óleos leves apresentam menos tensão superficial.
- e) Ponto de ignição ou "Flash Point" - Temperatura em que os vapores de um produto irão ignizar quando em contato com uma fonte de ignição. Constitui um importante fator de segurança durante operações de limpeza. Óleos leves e produtos refinados podem ignizar facilmente, ao passo que óleos pesados e/ou intemperizados não causam sérios riscos de incêndio.
- f) Solubilidade - Processo em que uma substância pode se dissolver em um dado solvente; no caso, a dissolução do óleo em água. A solubilidade de um óleo em água é muito baixa. Nos óleos menos densos, a fração hidrossolúvel é geralmente maior se comparada à dos óleos mais densos.

Tabela 3: Comparação das características físicas de vários tipos de óleo

	Gravidade específica	Ponto de pureza	Ponto de ignição Viscosidade	Ponto de ebulição		
Óleo cru	0,8 a 0,95	5 a 40	20 a 1000	- 35 a 10	variável	30 a 500
Gasolina	0,65 a 0,75	60	4 a 10	na	- 40	30 a 200
Querosene	0,8	50	1,5	na	55	160 a 290
Óleo com combustível nº 2	0,85	30	1,5	- 20	55	180 a 360
Óleo com combustível nº 4	0,9	25	50	- 10	60	180 a 360
Óleo com combustível nº 5	0,95	12	100	- 5	65	180 a 360
Óleo com combustível nº 6	0,98	10	300 a 3000	2	80	180 a 500

Fonte: ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation

## 4.2 Toxicológicos

De modo geral, a intensidade do impacto e tempo de recuperação tendem a ser, diretamente proporcionais à quantidade de óleo presente em um ambiente ou local restrito. Esta é uma correlação clara, apesar de, na prática, haverem exceções, onde vazamentos menores causam mais impacto biológico do que grandes

vazamentos. As características químicas do produto definem a principal via de impacto (físico ou químico). Aspectos como a duração da exposição dos organismos ao poluente e a condição do mesmo durante o contato (intemperizado, emulsificado, pelotas, etc) também são importantes.

As duas vias principais nas quais o óleo causa impactos nos organismos marinhos são o efeito físico resultante do recobrimento e o efeito químico, associado à toxicidade dos compostos presentes. Todos os impactos observados são resultantes de um e/ou de outro efeito. É importante ressaltar que os efeitos não são excludentes, mas podem ocorrer simultaneamente em um vazamento de óleo. A diferença está centrada na combinação entre densidade e toxicidade do óleo vazado e sua variação com o tempo. Nos óleos de alta densidade, o efeito físico de recobrimento é predominante, enquanto que nos óleos de baixa densidade o efeito químico é o mais representativo.

**Figura 5:** Recobrimento físico em sedimento de praia devido a um derrame de óleo pesado



Fonte: Cetesb.sp.gov.br.

Uma vez que os compostos mais tóxicos são os componentes mais solúveis e voláteis, o impacto químico é maior nos primeiros dias após o derramamento. Normalmente em poucos dias, a concentração de grande parte dos agentes de maior toxicidade já foi intensamente reduzida pelo intemperismo (ITOPF, 2002). Santelices et al (1977) também indicaram que outros componentes do óleo também possuem efeitos químicos, como os hidrocarbonetos saturados que possuem efeitos anestésicos e necrosantes. Os alcanos, popularmente conhecidos como as parafinas, os quais representam grande parte do óleo cru, podem causar efeitos anestésicos e narcotizantes.

O contato dos organismos com frações tóxicas do óleo pode levar à morte por intoxicação, especialmente associada às frações de compostos aromáticos. Entre os componentes mais tóxicos estão o benzeno, tolueno e xileno. Estas

substâncias apresentam considerável solubilidade em água (especialmente o benzeno), o que torna os organismos marinhos mais vulneráveis uma vez que absorvem estes contaminantes pelos tecidos, brânquias, por ingestão direta da água ou de alimento contaminado. Os hidrocarbonetos de baixo peso molecular (C12 a C24) apresentam intenso efeito tóxico agudo, principalmente devido a sua elevada solubilidade e consequente biodisponibilidade (GESAMP, 1993).

Um grupo especial dentro dos aromáticos, agrupa os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, conhecidos como HPA's ou PAHs. Sabe-se que estes compostos, formados por múltiplos anéis de benzeno, são mais resistentes a biodegradação microbiológica, e bastante persistentes no ambiente. São fortemente adsorvidos nos sedimentos, persistindo por muitos anos no ambiente. Alguns exemplos mais comuns de HPA's presentes no petróleo e derivados são o Naftaleno, Antraceno, Fenantreno e Benzopireno e seus vários isômeros.

Os HPA's são especialmente tóxicos e potencialmente carcinogênicos ao homem (Cole, 1994) e aos organismos marinhos. Segundo GESAMP (1991), há fortes evidências que os HPAs são capazes de causar câncer em peixes e moluscos. Sua atividade mutagênica está fortemente relacionada com o formato e estrutura molecular. A forma molecular dos isômeros dos PAHs portanto, está diretamente relacionada com a atividade biológica e consequentemente com sua toxicidade (Donnelly, et al, 1998). PAHs são solúveis em solventes orgânicos, mas apresentam baixa solubilidade em água. De modo geral, quanto maior o peso molecular, mais baixa a solubilidade.

Tumores em organismos marinhos como moluscos, briozoários e algas estão associados a contaminação por aromáticos / poliaromáticos (Johnston, 1976). Segundo EPA, estudos com animais reportam alterações enzimáticas nas mucosas do trato gastrointestinal e aumento no peso do fígado, a partir da ingestão de PAHs (efeito agudo). Distúrbios no fígado, sistema imune, leucemia, câncer e tumores no pulmão e estômago são alguns dos efeitos reportados destes compostos. Os compostos aromáticos mais solúveis penetram na corrente sanguínea a partir da pele ou da ingestão, podendo ser filtrados pelo sistema excretor e eliminados na urina. Os aromáticos têm potencial capacidade de causar danos nas células sanguíneas, nos tecidos ósseos (medula óssea) e no sistema nervoso. Causam irritações e dermatite na pele, mucosas e olhos.

A tendência destes compostos serem incorporados nos tecidos adiposos (gordurosos) e de causarem danos em órgãos como fígado e rins de seres humanos é comprovada (Cole, 1994), podendo também afetar de forma análoga os tecidos de vertebrados marinhos após um derrame de óleo.

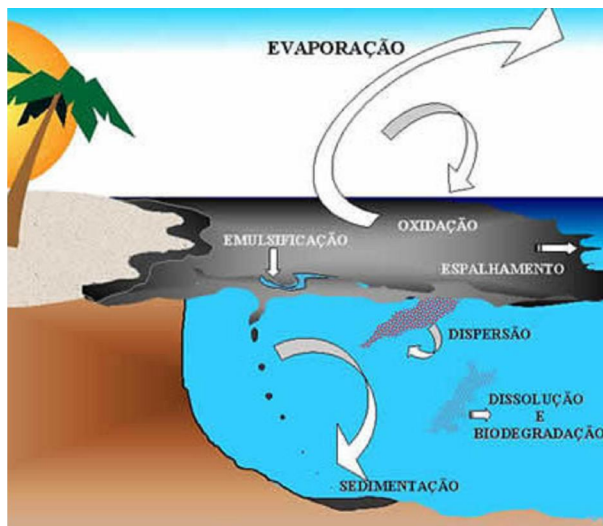
Considerável conhecimento já existe sobre os efeitos dos hidrocarbonetos do petróleo no ser humano. No entanto, apesar dos estudos crescentes, pouca informação está disponível sobre os efeitos específicos destas substâncias nos organismos marinhos, especialmente após acidentes envolvendo vazamento de óleo no oceano.

A toxicidade aguda (exposição em curto período de tempo, mas em elevadas concentrações) e a toxicidade crônica (exposição longa, e com baixas concentrações) geram respostas diferentes nos organismos e na comunidade como um todo. A tendência de se classificar uma situação como menos estressante que a outra deve ser considerada com muita cautela, pois as 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.

## 5 COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA

Após um derrame, o óleo sofre várias transformações físicas (densidade, viscosidade, solubilidade) sem alterações na natureza química dos componentes. A taxa destes processos é influenciada pelas condições de mar e vento, sendo que é mais efetiva nos primeiros períodos do derrame.

**Figura 6:** Modelo do comportamento do petróleo no mar



Fonte: CESTEB, 2010.

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

### 5.1 Espalhamento

É a movimentação horizontal do petróleo na superfície da água, aumentando gradativamente a área ocupada pelo óleo, conseqüentemente, diminuindo sua espessura, durante os primeiros estágios do derramamento, é o processo que mais afeta o comportamento do óleo.

### 5.2 Oxidação

Neste processo as moléculas do hidrocarboneto reagem com o oxigênio do ambiente formando compostos que tendem a ser mais solúveis e tóxicos.

### **5.3 Dispersão**

Neste processo, ocorre a quebra da superfície viscosa do óleo em inúmeras gotículas suspensas na coluna d'água, facilitando os processos de biodegradação e sedimentação. A taxa de dispersão depende do tipo de óleo, o grau de intemperismo em que se encontra e do estado do mar, sendo mais propenso a se estabelecer na presença de ondas mais agitadas.

### **5.4 Evaporação**

Os compostos mais voláteis do óleo são perdidos para a atmosfera, ou seja, esses são compostos de baixo ponto de ebulição.

### **5.5 Emulsificação**

Processo em que o óleo se agrega a água, formando uma emulsão muito estável chamada de água-óleo ou de “mousse”, favorecido pelas condições de mar. Isso faz aumentar de duas a três vezes o volume total de óleo remanescente do ambiente. O óleo emulsificado é de baixa degradabilidade.

### **5.6 Dissolução**

Processo de solubilização das substâncias que compõem o petróleo na água. Componentes pesados do óleo 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 rapidamente de que por dissolução. Concentrações de hidrocarbonetos dissolvidos, então, raramente excedem uma parte por milhão e a dissolução não tem contribuição significativa para a remoção de óleo da superfície do mar.

## **5.7 Biodegradação**

Consiste na degradação do óleo por microrganismos marinhos. A taxa de biodegradação é influenciada pela temperatura e disponibilidade de oxigênio e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Pesquisas desenvolvidas mostraram que diversos grupos de bactérias e fungos têm habilidade para degradar os componentes de petróleo. As bactérias, responsáveis pela degradação do óleo estão presentes no mar e tendem a ser mais abundante em áreas muito poluídas. Após um derramamento de óleo, essas bactérias encontram nos componentes do óleo uma fonte de carbono, iniciando o processo chamado de biodegradação. Observa-se que este processo ocorre apenas quando existe água e óleo, sendo praticamente impossível a degradação do óleo na linha da costa devido à falta de água.

## **5.8 Sedimentação**

Parte das partículas de óleo se agregam com os sedimentos marinhos no fundo do mar. A maioria dos óleos crus não afunda sozinhos na água do mar devido à sua densidade menor que a da água. Por isso é necessária a união com outras partículas. Classes de óleo com densidade maior que a densidade da água do mar tendem à sedimentação natural. Uma vez sedimentado, os processos de degradação do óleo são drasticamente reduzidos.



## 6 PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA VAZAMENTO DE ÓLEO NO MAR

Apesar dos significativos avanços tecnológicos nas atividades de exploração, armazenamento e transporte de petróleo e de seus derivados, existe a possibilidade de um acidente acontecer e de gerar poluição ambiental. As consequências podem (e devem) ser reduzidas e, para tanto, o Plano de Contingência é uma ferramenta fundamental.

**Figura 7:** Contenção de vazamento de óleo



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

O termo contingência, segundo o dicionário (AURÉLIO, 1999), significa um fato incerto que pode ou não ocorrer, daí a importância do preparo e do planejamento. Este fato incerto pode ser um incidente ou um acidente. A diferença entre estes termos é que o incidente é um evento imprevisto e indesejável que poderia ter resultado em algum tipo de dano à pessoa (de um ferimento leve até a morte), ao patrimônio (próprio ou de terceiros) ou ainda em impacto ao meio ambiente (aos ecossistemas, à fauna e à flora) mas não resultou. Já o acidente é o evento que efetivamente gerou danos humanos, materiais e ambientais. Assim, para otimizar a capacidade de resposta e minimizar as consequências negativas destes eventos, as instalações que manipulam substâncias perigosas devem possuir um Plano de Contingência bem elaborado, isto é, simples, objetivo e funcional com equipes bem capacitadas.

Depois dos desastres ecológicos e socioeconômicos envolvendo o petroleiro Exxon Valdez no Alasca (EUA) em 1989, as críticas feitas pela mídia demonstraram que não bastava a empresa ter um plano de contingência bem redigido se não houvesse preparo (treinamentos e simulados frequentes) e recursos rapidamente

disponíveis. Este episódio no Alasca e os ataques militares da Guerra do Golfo Pérsico em 1992 foram importantes para motivar a aprovação da OPRC 90 - Oil Pollution Preparedness, Response and Co-Operation (Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em casos de Poluição). A OPRC foi estabelecida pela IMO - International Maritime Organization ou OMI - Organização Marítima Internacional em 1990, passou a vigorar em 1995 com a adesão de 90 nações, incluindo o Brasil. Entre outros objetivos visa incentivar os países signatários a implantar o Plano Nacional de Contingência, bem como desenvolver e manter capacitação adequada para lidar com emergências relacionadas aos vazamentos de óleo. Mais informações acessar ([www.imo.org](http://www.imo.org)) e legislação e convenções.

O Plano de Contingência (PC) define a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações requeridas seja ela local, regional ou nacional (SOUZA FILHO et al, 2005).

No Brasil são legalmente previstos três tipos de planos de combate à poluição causada por lançamento de óleo em águas brasileiras, que são acionados de forma complementar:

- a) O Plano de Emergência Individual – PEI: é obrigatório para cada instalação, sendo exigido e aprovado no âmbito Licenciamento Ambiental do empreendimento;
- b) O Plano de Área – PA: é a consolidação de diversos Planos de Emergência Individuais de empreendimentos localizados em uma determinada área geográfica, aprovado pelo órgão de licenciamento ambiental;
- c) O Plano Nacional de Contingência – PNC: é o plano adotado em acidentes de maiores proporções, onde a ação individualizada dos agentes não se mostra suficiente para a solução do problema.

O suporte para os diversos Planos está contido na Lei N° 9.966/2000 (Lei do Óleo), que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo em águas sob jurisdição nacional.

O PNC tem os seguintes componentes:

- a) Uma Autoridade Nacional que coordena todas as atividades do PNC, exercida pelo Ministério do Meio Ambiente;

- b) Um Comitê Executivo que é responsável pela proposição das diretrizes para implementação do Plano e composto pelo MMA, MME, Marinha, Ibama, ANP, Ministério da Integração Nacional e Ministério dos Transportes;
- c) Um Grupo de Acompanhamento e Avaliação (GAA) que é responsável pelo acompanhamento de todo e qualquer acidente, independente do porte, composto pela Marinha, pelo Ibama e pela ANP;
- d) Um Coordenador Operacional que é designado pelo GAA para coordenar o acompanhamento do acidente e, se necessário, propor o acionamento do Plano Nacional de contingência;
- e) Um Comitê de Suporte, que dará apoio aos demais, quando demandado, sendo composto por representantes dos seguintes órgãos e instituições do Governo Federal:
  - i. Casa Civil da Presidência da República;
  - ii. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República;
  - iii. Ministério da Agricultura, Pecuário e Abastecimento;
  - iv. Ministério da Defesa;
  - v. Ministério da Fazenda;
  - vi. Ministério da Integração Nacional;
  - vii. Ministério da Justiça;
  - viii. Ministério do Meio Ambiente;
  - ix. Ministério do Minas e Energia;
  - x. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão;
  - xi. Ministério das Relações Exteriores;
  - xii. Ministério da Saúde;
  - xiii. Ministério do Trabalho e Emprego;
  - xiv. Ministério dos Transportes;
  - xv. Ministério da Pesca e Aquicultura;
  - xvi. Secretaria Especial de Portos da Presidência da República – SEP/PR.

As principais atribuições da Autoridade Marítima são:

- a) Coordenar e articular ações para facilitar e ampliar a prevenção, preparação e a capacidade de resposta nacional a incidentes de poluição por óleo;
- b) Comunicar o acionamento do PNC aos órgãos e instituições integrantes do Comitê do Suporte.

Do Comitê Executivo são:

- a) Propor e adotar as diretrizes para a implementação do PNC;
- b) Estabelecer programa de exercícios simulado do PNC;
- c) Organizar, no prazo de 180 dias, prorrogável por igual período, o Manual do PNC.

Do Grupo de Acompanhamento e Avaliação são:

- a) Designar o Coordenador Operacional;
- b) Avaliar se o incidente de poluição por óleo é de significância nacional;
- c) Acionar o PNC e comunicar à Autoridade Nacional.

Do Comitê de Suporte são:

- a) Atender às convocações da Autoridade Nacional e do GAA;
- b) Assegurar recursos humanos e materiais solicitados pelo GAA para emprego nas ações de resposta a um incidente de poluição por óleo;
- c) Fomentar a capacidade nacional de resposta por meio de programas de capacitação, treinamento e aperfeiçoamento dos segmentos envolvidos;
- d) Participar, quando pertinente, de exercícios simulados do PNC.

Do Coordenador Operacional são:

- a) Estabelecer um centro de operações;
- b) Exigir e verificar as ações de resposta do poluidor;
- c) Exigir o apoio logístico e as condições de trabalho adequadas para todo o pessoal envolvido nas ações de limpeza ambiental;
- d) Exigir que os equipamentos previstos no PEI e no PA estejam disponíveis no local do evento e facilitar a mobilização de equipamentos adicionais;
- e) Exigir a realização de monitoramento ambiental da área atingida;
- f) Exigir a assegurar que as comunicações sejam realizadas adequadamente;
- g) Assegurar que sejam documentados e contabilizados todas as ações e recursos materiais e humanos empregados pelos órgãos governamentais;
- h) Exigir e assegurar que os serviços de primeiros socorros e instalações médicas de emergência estejam disponíveis;
- i) Exigir a adequada coleta, o correto armazenamento e disposição de resíduos gerados no incidente de poluição por óleo;
- j) Manter a imprensa, as autoridades e o público informados da situação, estabelecendo, para tanto, quando couber, um centro de informações;

- k) Realizar reuniões diárias com os participantes do Plano para acompanhamento e controle das ações planejadas;
- l) Efetuar os registros técnico e financeiro visando o futuro ressarcimento pelo poluidor.

#### Coordenador Operacional

A função de Coordenador Operacional será exercida por um membro do Grupo de Acompanhamento e Avaliação, escolhido de acordo com o tipo de acidente:

- a) A Marinha assume a coordenação nos casos de incidentes de poluição por óleo em águas abertas, bem como em águas interiores compreendidas entre a costa e a linha de base reta, a partir da qual se mede o mar territorial;
- b) O Ibama assume a coordenação nos casos de incidentes de poluição por óleo ocorridos em água interiores, excetuando as águas compreendidas entre a costa e a linha de base reta, a partir da qual se mede o mar territorial;
- c) A ANP assume a coordenação, nos casos de incidentes de poluição por óleo, a partir de estruturas submarinas de perfuração e produção de petróleo.

#### Acionamento do PNC:

O PNC só será acionado em incidentes de poluição por óleo, julgados de significância nacional pelo Grupo de Acompanhamento e Avaliação. O Acionamento do PNC terá as seguintes etapas:

- a) Ocorrência do incidente;
- b) Recebimento de comunicação inicial pelas instituições governamentais competentes (ANP, IBAMA e Marinha);
- c) Caso uma das instituições entenda pertinente, aciona-se o Grupo de Acompanhamento e Avaliação;
- d) O GAA analisa a significância do incidente, em função de seu porte e potencial impacto, classificando-o como de significância nacional ou não. Caso seja constatada a significância nacional do incidente, o Coordenador Operacional propõe o acionamento do PNC.

As despesas do PNC correrão à conta de dotações orçamentárias específicas alocadas no orçamento geral da União, observados os limites anuais de movimentação e empenho e de pagamento.

As despesas do PNC se subdividem em:

- a) Implantação;

- b) Manutenção e monitoramento;
- c) Ações de resposta a incidentes.

As ações de resposta a qualquer incidente de poluição por óleo são sempre repassadas ao agente poluidor.

Disposições gerais:

As instituições componentes do Comitê Executivo do PNC implementarão no prazo de 12 (doze) meses a partir da data de publicação do decreto, programas internos de capacitação e treinamento para o seu pessoal envolvido no cumprimento das respectivas atribuições previstas no PNC.

As instituições participantes do GAA encaminharão para apreciação do CONAMA, no prazo de 180 dias contados a partir da data de publicação do decreto, proposta de critérios objetivos e matriz de apoio à decisão para a utilização de métodos e técnicas de combate à poluição por óleo.

Desde a publicação da Le 9.966, em abril de 2000, apenas o acidente ocorrido no Paraná, em julho daquele mesmo ano, apresentou características que justificariam o acionamento do PNC. Naquela ocasião, aproximadamente 4 milhões de litros de óleo vazaram de um duto que ligava a refinaria de Araucária, e parte desse volume alcançou os rios Barigui e Iguaçu.

Os outros acidentes ocorridos no País, desde então, não apresentaram significância para o acionamento do PNC. Inclusive os recentes acidentes ocorridos no Campo de Frade, operado pela Chevron, e na área do prospecto Carioca Nordeste, que é operado pela Petrobras, na bacia de Campos e Santos, respectivamente.

A título de comparação, no acidente de Frade vazaram aproximadamente 2400 barris (380 mil litros), ao longo de 10 dias, em águas ultra profundas, sem qualquer ferimento aos operários da sonda e sem toque de óleo na costa brasileira ou em áreas sensíveis. No caso do acidente de Campos de Macondo, no Golfo do México, operado pela BP Petróleo, na verdade uma catástrofe, onze funcionários perderam a vida, aproximadamente 4 milhões e 900 mil barris (780 milhões de litros) vazaram ao longo de 87 dias, afetando inúmeras praias e ecossistemas sensíveis ao longo de 1200 km da costa norte-americana, proporcionando ainda 145 mil pedidos de indenizações.

O acidente ocorrido no Campo de Frade, em novembro de 2011, levou o Grupo que coordenava a discussão do Plano a reavaliar seu texto incorporando

procedimentos até então não previstos, especialmente, no tocante ao acompanhamento de incidentes onde o Plano não seria acionado.

No segundo vazamento ocorrido no Campo de Frade, em março de 2012, o IBAMA, a Marinha e ANP já atuaram da mesma forma proposta no Plano por meio de um Grupo de Acompanhamento e Avaliação.

Categorias de vazamentos e níveis de resposta dependendo das dimensões e da gravidade dos acidentes, os derrames de óleo no mar são classificados em diferentes categorias de volumes e níveis de resposta:

Quanto ao volume, são apresentadas quatro classificações sendo três internacionais e uma nacional:

**Tabela 4:** Classificações do vazamentos

Pequenos vazamentos	Vazamentos médios	Grandes vazamentos
<i>ITOPF: International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF, 1985)</i>		
Até: 7m <sup>3</sup>	Entre: 7 e 700 m <sup>3</sup>	Acima de: 700 m <sup>3</sup>
<i>Plano Nacional de Contingência dos Estados Unidos (USCG, 2000)</i>		
Até: 38 m <sup>3</sup>	Entre: 38 e 380 m <sup>3</sup>	Acima de: 380 m <sup>3</sup>
<i>Plano Nacional de Contingência da Austrália (AMSA, 1999)</i>		
Até: 10 m <sup>3</sup>	Entre: 10 e 1000 m <sup>3</sup>	Acima de: 1000 m <sup>3</sup>
<i>Brasil: referência presente na Resolução CONAMA No 293/2001</i>		
Até: 8 m <sup>3</sup>	Entre: 8 e 200 m <sup>3</sup>	Acima de: 200 m <sup>3</sup>

Fonte: ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation.

Observando as diferenças neste quadro, fica claro que não há uniformidade para agrupar as categorias quanto aos volumes liberados. Esta classificação é relativa, seja para um país seja para uma região específica, isto porque é preciso considerar a localização da fonte poluidora e as áreas sensíveis ao seu entorno. Este aspecto é muito importante na estruturação dos PCs, pois determinam os níveis de complexidade de resposta e proteção das áreas sensíveis e vulneráveis. Assim sendo, o vazamento de 1.000 m<sup>3</sup> de óleo de uma plataforma em alto mar poderia ser considerado pequeno quando comparado ao vazamento do mesmo volume de um oleoduto no manguezal.

## 6.1 Plano de contingência

Na perspectiva de Souza Filho et al (2005) Plano de Contingência (PC) é definido como a estrutura organizacional, os procedimentos e os recursos

disponíveis para resposta a eventos de poluição por óleo no mar, nos diversos níveis operacionais ou de ações tomadas seja ela local, regional ou até nacional.

Conforme o ITOPF (1985), o Plano de Contingência representa o estado de preparação dos atores envolvidos para atender a uma ocorrência accidental.

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 International Tanker Owners Pollution Federation - ITOPF (2004), 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. Têm algumas características que devem ser levadas em consideração, no caso a abrangência geográfica, as prioridades de atuação e proteção. Quanto à parte operacional devem-se descrever os procedimentos a serem seguidos para:

- a) Comunicação de incidentes;
- b) Avaliação de cenários em andamento;
- c) Acionamento e execução da resposta;
- d) Comunicações entre os grupos executores e para o público externo;
- e) E procedimentos de encerramento.

## **6.2 Objetivos do plano de contingência para navios petroleiros**

Em navios tanque existe uma preocupação maior, já que seu produto de transporte principal é à base de petróleo, diferente das funções de outras embarcações, como contêiner e graneleiro, 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; Mantendo sua estabilidade
- g) Providenciar os procedimentos para combate, contenção e recolhimento de qualquer descarga poluente.

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.

Um efetivo plano de emergência servirá para promover uma ação prática e treinada quando as pessoas estiverem à frente de uma situação de emergência.

### **6.3 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 relat Apesar dos significativos avanços tecnológicos nas atividades de exploração, armazenamento e transporte de petróleo e de seus derivados, existe a possibilidade de um acidente acontecer e de gerar poluição ambiental. As consequências podem (e devem) ser reduzidas e, para tanto, o Plano de Contingência é uma ferramenta fundamental.

Comunicar imediatamente os detalhes do incidente à autoridade local mais próxima, através da comunicação mais rápida que possui. 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.

#### 6.3.1 Relator do incidente

Conforme o 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.

#### 6.3.2 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:

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;

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 derramamento provável, se existe a probabilidade de descarga o relatório deve ser feito, os seguintes fatores devem ser considerados para essa questão:

A natureza do dano, falha ou avaria do navio, máquina ou equipamento;

Os estados do mar e do vento, a proximidade da terra e outros perigos à navegação, e o tráfego;

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

Mesmo sendo impraticável elaborar definições precisas sobre todos os tipos de incidentes envolvendo uma provável descarga que poderiam garantir a obrigação de relatório. Os 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.

### 6.3.3 Quem deve ser notificado

#### 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, no 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.

#### 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 às 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 de o derramamento ocorrer no mar, por consequência operacional ou acidental, como colisão ou encalhe, os procedimentos para emissão de relatório devem ser realizados transmitidos imediatamente.

Os planos de emergência possuem um relatório padrão e um guia de quem deve ser avisado e que 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 no porto, das Autoridades locais que devem ser avisadas no caso de um incidente com poluição.

#### 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 Centre”), para a estação de rádio designada desse sistema, o Comandante deve entrar em contato através da estação estipulada.

#### 6.3.4 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; e
- n) Outras informações que julgadas necessárias.

#### 6.3.5 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 pelo “International Tanker Owner Pollution Federation” (ITOPF).

### 6.3.6 Controle de Derrames

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

Os procedimentos descritos a seguir, estão indicados como listas de verificação. As listas de verificação apresentam cada medida para situação e o tripulante responsável, de forma a organizar a ação em caso de emergência.

## 6.4 Treinamentos e simulações

Uma vez consolidados os planos de emergência individuais (das empresas), ou mesmo os Planos de Contingência nos seus diferentes níveis (local, regional, nacional), os exercícios simulados são fundamentais para validá-los e para o treinamento e preparação dos elementos participantes. Por isso mesmo, os simulados são itens obrigatórios nos capítulos referentes a treinamento e preparação dos planos de emergência/contingência.

Segundo IPIECA (1996), um programa de exercícios simulados precisa preparar progressivamente as equipes de resposta para que desempenhem efetivamente suas funções de acordo com todas as situações preconizadas no plano de contingência. Logicamente, o principal teste da eficiência destes planos é a sua aplicação em situação real.

Dentro deste contexto, é adequado reproduzir aqui os princípios norteadores para o planejamento dos exercícios simulados, bem como as considerações mais importantes apresentadas em IPIECA (op cit.):

Princípios norteadores para a realização de exercícios simulados:

- a) Garanta que o manejo / gerenciamento em todos os níveis (*topdown*) suporte as atividades do exercício;
- b) Estabeleça objetivos claros, realísticos e mensuráveis para o exercício;
- c) A meta do exercício é melhorar, não impressionar;
- d) Exercícios mais simples, e mais frequentes, levam inicialmente a melhoras mais rápidas;
- e) Não enfrente exercícios complexos sem pessoal experiente e competente;

- f) Muitas atividades, locações e participantes podem complicar ou mesmo desestruturar um exercício;
- g) Sucesso na avaliação é tão importante quanto o sucesso na condução do simulado;
- h) Planejamento e condução de um exercício bem sucedido devem ser reconhecidos como uma significativa realização.

Consideramos a existência de quatro categorias básicas de exercícios:

#### 6.4.1 Exercícios de notificação

Pratica-se os procedimentos de alerta e acionamento predefinidos no Plano de Emergência. Pode testar o sistema de comunicação, o tempo de resposta, a eficiência no repasse de informação, a disponibilidade dos coordenadores e responsáveis, bem como dos substitutos (back-up personal). Avalia também os procedimentos de levantamento preliminar de informações, planilhas e questionários. Pode ser conduzido em qualquer dia ou hora, programado ou não.

#### 6.4.2 Exercícios tabletop

Exercícios com base teórica, envolvendo discussões sobre diferentes cenários possíveis ou previstos nos estudos de análise de risco. Neste importante exercício, após o informe do acidente, é desencadeado o fluxograma de acionamento, e todas as etapas do exercício de notificação. São também conduzidas as orientações das ações de resposta, liberação de recursos, frentes de trabalho, estabelecimentos de prioridades. Todos os focos do plano de contingência são abordados.

#### 6.4.3 Exercício de uso de equipamentos

Nestes simulados, ocorre o treinamento prático das operações de resposta, nas fases de contenção e remoção em mar, bem como proteção e limpeza da costa. É fundamental para o pessoal operacional estar familiarizado e bem treinado para o lançamento de equipamentos e manejo dos mesmos durante a emergência.

#### 6.4.4 Manejo de acidentes

Este é um exercício mais completo e complexo, envolvendo todas as atividades de um evento real, previstas no plano de contingência. Nesta fase, os simulados realmente testam a habilidade do grupo de resposta em atender adequadamente uma emergência. Envolve complexa estrutura, inclusive com a participação de terceiros (meio ambiente, prefeituras, etc), todos assumindo suas responsabilidades pré-definidas no plano.

**Figura 8:** Exercício simulado desenvolvido pela PETROBRAS em São Sebastião



Fonte: diarioonline.com.br.

#### 6.5 Contenção e remoção

A contenção do óleo sobrenadante e sua subsequente remoção requer o uso de diversos tipos de barreiras de contenção e diferentes equipamentos de remoção. A capacidade de resposta aos derrames permeia fatores como rapidez e eficiência do acionamento das equipes; quantidade, disponibilidade e aplicabilidade dos equipamentos de combate; quantidade e disponibilidade de pessoal qualificado para o trabalho e condições meteorológicas e oceanográficas na ocasião do acidente. A rápida contenção e remoção do óleo derramado é vital para se evitar a contaminação de outra áreas.

**Figura 9:** Lançamento de barreira de contenção



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response.



A contenção do óleo é normalmente realizada com a utilização de barreiras de contenção que concentram o óleo para seu posterior recolhimento. Existem vários tipos e modelos de barreiras, manufaturadas com diferentes tipos de material. A escolha do tipo de barreira está associada a fatores como cenário acidental, tipo do óleo, condições ambientais, etc.

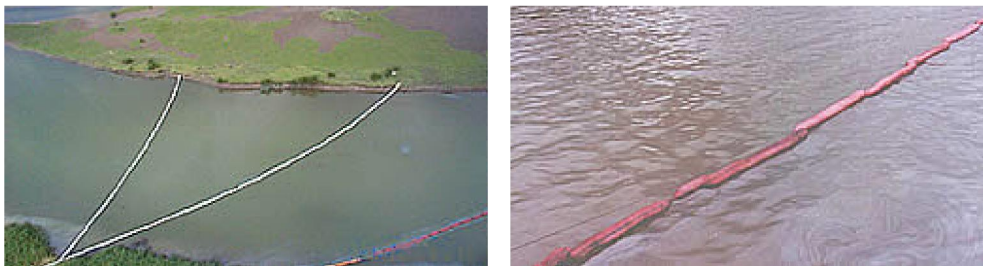
**Figura 10:** Lançamento de barreira de contenção



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response.

Existem tipos especiais de barreiras como barreiras absorventes, barreiras anti-fogo, barreiras de bolha e barreiras de praia que têm utilização em cenários mais específicos.

**Figura 11:** Barreira absorvente



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response.

Há que se lembrar que geralmente a colocação e lançamento das barreiras é realizada através de embarcações que devem apresentar dimensões e motor com potência suficiente para deslocar o conjunto em certas condições de mar.

**Tabela 6:** Características estruturais das barreiras de contenção

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

Fonte: ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation.

Existem vários modos de configurar barreiras no mar como 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.

**Figura 12:** Contenção e remoção com barcaça recolhedora



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill Response.

Além da utilização para contenção do óleo, as barreiras podem também ser úteis para defletir manchas e proteger locais. No primeiro caso as manchas são desviadas para locais menos vulneráveis ou mais favoráveis à aplicação de técnicas de remoção. No segundo caso, as barreiras são colocadas em locais estratégicos a fim de evitar que manchas atinjam áreas de interesse ecológico ou socioeconômico.

Na maioria das vezes a contenção do óleo é trabalhado conjuntamente com ações de remoção do produto. Para tanto uma série de equipamentos ou materiais podem ser utilizados como "skimmers", barcaças recolhedoras, cordas oleofílicas, caminhões vácuo, absorventes granulados, entre muitos outros. A aplicabilidade de cada um deles está associada a fatores como tipo de óleo; extensão do derrame; locais atingidos; acessos e condições meteorológicas e oceanográficas.

**Figura 13:** Skimmer de disco e Skimmer de fita



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

**Figura 14:** Barcaças recolhedoras



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

## 6.6 Limpeza de ambientes costeiros

Comumente as ações realizadas em mar apresentam moderada eficiência; apenas parte do óleo derramado é contida e removida do mar. Dependendo do local do derrame, a chance de ambientes costeiros serem atingidos é muito grande e quando isso ocorre, estratégias de limpeza devem ser utilizadas. Cabe ressaltar que a grande maioria destes métodos causa algum tipo de dano adicional, podendo gerar impactos maiores que os do próprio petróleo. A escolha da(s) técnica(s) mais adequadas a serem utilizadas é então crucial para a minimização dos danos ecológicos nos ambientes atingidos.

É fundamental que qualquer procedimento de limpeza a ser aplicado se faça após o óleo ter sido, pelo menos em grande parte, retirado das águas próximas aos locais atingidos. De outra forma, ambientes recentemente limpos podem vir a ser novamente contaminados, sendo necessária a reutilização dos procedimentos de limpeza, podendo acarretar danos à comunidade já perturbada pelo óleo e pela manipulação de limpeza. Além disso, mais resíduos são gerados desnecessariamente.

### 6.6.1 Absorventes

Produtos com propriedades oleofílicas, orgânicos (turfa, palha de pinho), sintéticos ou minerais. Podem se apresentar na forma granulada ou envolvidos em tecidos porosos formando "salsichões" ou "almofadas", sendo aplicados diretamente sobre o óleo. O uso de absorventes é um método bastante útil, do ponto de vista ecológico, pois causa prejuízos mínimos ao ambiente. Diversos produtos estão

disponíveis no mercado, sendo que a escolha do melhor absorvente deve ser feita criteriosamente, levando-se em conta as características do óleo, do ambiente e do próprio absorvente. Turfa vegetal e outros compostos naturais são os produtos mais utilizados nos vazamentos de óleo.

**Figura 16:** Aplicação de turfa vegetal



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

#### 6.6.2 Remoção manual

Retirada manual do óleo do ambiente com utensílios como rodos, pás, latas, baldes, carrinhos de mão e tambores. Propicia o acesso e limpeza de locais restritos como fendas, poças de marés, e conjunções de rochas, bem como áreas mais extensas como praias de areia. É um método de limpeza mais trabalhoso. No entanto, causa menos danos ao ambiente. Tem comprovada eficiência em ambientes como praias e costões rochosos.

**Figura 16:** Limpeza manual de costões rochosos e praias



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

#### 6.6.3 Limpeza natural

Mecanismo natural de limpeza e remoção do óleo como ondas, correntes, marés, ventos, chuvas, biodegradação, volatilização, solubilização, fotoxidação,



dispersão, entre outros, atuando no ambiente atingido pelo óleo, com eficiência variável, de acordo com as características físicas do ambiente e do próprio óleo. Este procedimento é normalmente priorizado em muitos casos uma vez que não causa danos adicionais à comunidade. No entanto, normalmente, conjuga-se a este procedimento outros métodos de limpeza.

**Figura 17:** Limpeza natural



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

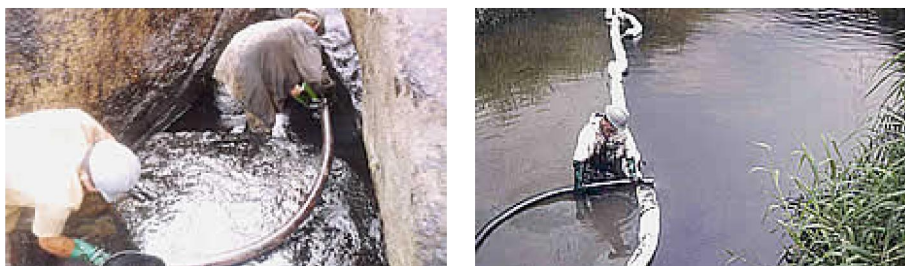
#### 6.6.4 Corte da vegetação

A vegetação impregnada com petróleo pode ser retirada mecanicamente ou manualmente. Embora as experiências envolvendo corte de vegetação sejam limitadas, pode-se dizer que a eficiência desta técnica de limpeza é baixa. Utiliza-se este procedimento para macrófitas aquáticas tais como gramíneas marinhas.

#### 6.6.5 Bombeamento a vácuo

O óleo é aspirado com utilização de caminhões-vácuo ou bombas-vácuo sendo que nesse caso o óleo é transferido para recipientes como tambores, "bags", etc.

**Figura 18:** Bombeamento a vácuo



Fonte: AMOSC - Australian Oil Spill response.

#### 6.6.6 Barreiras, esteiras recolhedoras e "skimmers"

Equipamentos de contenção e recolha do óleo da superfície da água. Úteis portanto em situações de acúmulo de óleo em águas adjacentes a ambientes costeiros ou canais de mangues e marismas.

#### 6.6.7 Dispersantes químicos

Agentes químicos que dispersam o óleo na coluna d'água favorecendo sua degradação natural. Técnica que pode evitar a chegada do óleo em locais de maior relevância ecológica/econômica. Sua aplicação está associada à anuência do órgão ambiental competente e deve se basear em legislação vigente específica (Resolução CONAMA n 269 de 14/09/00)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os acidentes envolvendo derramamentos de óleo provocam consequências graves no meio ambiente por isso a necessidade de se ter um plano de emergência. As atividades da indústria petrolífera pode representar grande risco para o meio ambiente, a população local não está ciente dos riscos, além de não estar preparada para enfrentá-los. É de responsabilidade das companhias petrolíferas adotarem as medidas necessárias para prevenir, mitigar e remediar acidentes que possam vir a danificar o espaço que todos necessitam, direta ou indiretamente, para viver.

Ficou evidenciado neste estudo que apesar dos vários cuidados tomados no sentido de se rodear de precauções, os acidentes com vazamentos de óleo e demais produtos perigosos continuam a acontecer. Deste modo, a criação e aplicação de um plano de contingência é de extrema importância, com planos de emergência, escolha de rotas para transporte de materiais perigosos, informação e sistemas de alerta, planejamento físico e proteção ambiental.

Os planos de contingência e emergência são documentos onde devem estar definidas as responsabilidades, para atender a uma emergência contendo informações detalhadas sobre as características da área envolvida. São desenvolvidos com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais quando se trata de produtos perigosos.

A grande vantagem de um plano é a tentativa de se evitar danos, fazendo-se o uso dos meios preventivos, consoantes com as regras e legislações aplicáveis e para as situações corretivas buscar a melhor maneira de mitigar o dano causado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil. Manual de Desastres Humanos. Brasília, 2004.

BRANDÃO, M. V. L. Anotações de aulas da disciplina Plano de Contingência e Salvatagem no Curso de MBA em Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional na Unigranrio, 2005.

CASTRO, A. F. *et al.* Desenvolvimento de um banco de dados Geográficos em um ambiente SIG e suas aplicações na elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras. Anais XI SBBR, Belo Horizonte, Agosto 2012.

CASTRO FILHO, B. M. *et al.* Documento básico para política nacional de Ciência & Política do mar. CNPq. 2001.

CONSELHO Nacional De Meio Ambiente. (CONAMA) n. 237 de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: mar. 2016.

CONSELHO Nacional De Meio Ambiente. (CONAMA) n. 293 de 12 de Dezembro de 2001. em: <[www.cprh.pe.gov.br/downloads/293de12dedezembrode2001.doc](http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/293de12dedezembrode2001.doc)>. Acesso em: mar. 2016.

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

IMO – INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - Petroleum in the Marine Environment. Document MEPC 30/INF. 13. Submetido à IMO pelos EUA na 30a seção do Comitê de Proteção ao Ambiente Marinho (MEPC). Londres, 1990.

ITOPF – Federação Internacional de Armadores de Petroleiros para Controle da Poluição. Disponível em: <<http://www.itopf.com>>. Acesso em: 20 de fev. 2016.

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

PONS, A. Oliveira, I. Derramamentos de petróleo e consequências para o meio ambiente. Disponível em: <<http://www.arvore.com.br>>. Acesso em: mar. 2016.

SOPEP - PLANO DE EMERGÊNCIA PARA POLUIÇÃO NO MAR POR ÓLEO. NT LAGES. Rio de Janeiro: Petrobras Transportes. Transpetro. Fevereiro 2012.

TUSIANI, M. **The petroleum shipping Industry**. Volume I. A Nontechnical Overview, Penn Well Publishing Company, Arlington, EUA, 1996.