

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

GUSTAVO MONTORSE DO CARMO

DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

RIO DE JANEIRO

2015

GUSTAVO MONTORSE DO CARMO

DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de bacharel em ciências náuticas do curso de Formação de Oficiais Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.
Orientador (a): Marcelo José das Neves
Especialista em Direito Marítimo

RIO DE JANEIRO

2015

GUSTAVO MONTORSE DO CARMO

DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de bacharel em ciências náuticas do curso de Formação de Oficiais Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.
Orientador (a): Marcelo José das Neves
Especialista em Direito Marítimo

Data Da Aprovação: _____ / _____ / _____

Orientador:

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

A Escola De Formação De Oficiais Da Marinha Mercante e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta Escola de Formação, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador Marcelo José das Neves, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, a minha amada Ana Carolina.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O futuro relacionado a Amazônia azul está cada vez mais claro, a exploração dos poços de petróleo alcançou e alcançará níveis tecnológicos grandiosos e para tal, prevenções quanto a possíveis desastres devem ser tomadas, conhecidos também como planos de contingencia. Exemplos do que podem acontecer já foram mostrados em acidentes como o da plataforma Deepwater Horizon ocorrido no golfo do México no qual o fechamento de uma simples válvula teria evitado todo o desastre, mas como fora a primeira vez que ocorria tal falha e o sistema elétrico de fechamento da válvula havia falhado não havia um plano de contingencia específico para tal situação, sem considerar possíveis acidentes relacionando navios carregados de petróleo e suas operações de carga e descarga como o Amoco Cádiz e o inesquecível Exxon Valdez que juntos derramaram milhões de galões de petróleo no oceano, ceifando fauna e flora por onde passaram. A natureza sofreu para nos dar exemplos de como proceder nessas situações, e como o país se encontra numa corrida de pesquisas e descobertas dessa natureza o TTC (trabalho de conclusão de curso em questão aborda o tema de derramamento de óleo no mar de uma maneira que possa contribuir com apresentações de dados e tecnologias que possibilitem a minimização e o combate dos possíveis sinistros que possam ocorrer.

Palavras-chaves: tecnologias.desastre.minimização

ABSTRACT

The future related to Blue Amazon is increasingly clear, the exploration of oil wells reached and will reach lofty levels of technology and such preventions for possible disasters should be taken, also known as contingency plans. Examples of what can happen have already been showed in accidents like the Deepwater Horizon occurred in the Gulf of Mexico where the closure of a simple valve would have avoided all the disaster, but as that was the first time that happened such a failure and the electrical system responsible for closing the valve had failed, there wasn't a specific contingency plan for such a situation, without considering possible accidents relating ships loaded of oil and its load and unloading operations as the Amoco Cadiz and the unforgettable Exxon Valdez which together shed millions of gallons of oil in ocean, claiming fauna and flora where it reached. The nature suffered to give us examples of how to proceed in these situations, and how the country is in a race research and development this study in question addresses the issue of oil spill at sea in a way that can contribute with data presentations and technologies that enable the minimization and combat the potential losses that may occur.

Keywords: technologies.disaster.minimization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: comportamentos do óleo na água	15
Figura 2: Perfurações de poços	18
Figura 3: diagramas de uma FPSO	19
Figura 4: Navio Exxon Valdez	20
Figura 5: Ataque a plataforma Petrolífera	21
Figura 6: Utilização dos skimmers	23
Figura 7: Aplicação da queima In-Situ	24
Figura 8: Absorção Do óleo Derramado	26
Figura 9: Antes da aplicação	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acidentes Marítimos Nacionais	13
Tabela 2: Acidentes Marítimos Internacionais	14
Tabela 3: Tipos de navios Aliviadores	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HISTÓRICO DE ACIDENTES	13
2.1	Principais acidentes nacionais	13
2.2	Principais acidentes Internacionais	14
3	COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA	15
3.1	Espalhamento	15
3.2	Oxidação	15
3.3	Dispersão	16
3.4	Evaporação	16
3.5	Emulsificação	16
3.6	Dissolução	16
3.7	Biodegradação	17
3.8	Sedimentação	17
4	POSSÍVEIS CAUSAS DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR	18
4.1	Perfuração dos poços de petróleo	18
4.2	Operações de offloading ou de alívio	19
4.3	Transporte através de navios tanque	20
4.4	Guerras	20
5	TECNOLOGIAS DE COMBATE AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR	22
5.1	Barreiras de contenção e skimmers	22
5.2	Dispersantes Químicos	23
5.3	Queima In-Situ	24
5.4	Absorventes	25
5.5	Magnetismo	26
5.6	Limpeza de ambientes costeiros	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Os incidentes mais comuns que causam a contingência são: incêndios, rebeliões, tsunamis, furacões, falta de energia, ataques de hackers, vazamentos químicos, atentados terroristas, acidentes e erros humanos. Os Planos de Contingência devem se concentrar nos incidentes de maior probabilidade e não nos catastróficos que, normalmente, são menos prováveis de acontecer, no nosso iremos focar nos vazamentos químicos.

O tema foi escolhido com o intuito de procurar soluções em resolver o maior problema, que encontramos no nosso dia a dia, mesmo cada um fazendo a sua parte, muitos países ainda não estão totalmente preparados para um acontecimento de derramamento de grandes proporções.

Cientistas, universidades e entidades particulares vem cada vez mais tentando criar meios para combater o impacto que o derramamento de óleo pode causar.

Contudo, a conscientização seria uma maneira de nos policiarmos mais e enxergarmos a necessidade de um mar limpo e um meio ambiente preservado para as futuras gerações. A conscientização se encaixa naquele momento em que uma empresa gasta um pouco mais em um produto melhor ou um operador não atue com descaso em uma operação em que possa ocorrer um desastre.

A indústria do petróleo tem crescido muito nos últimos anos no Brasil, principalmente com a descoberta do pré-sal, o que colocou o País em destaque internacional. Ao mesmo tempo se faz urgente a existência de instrumentos de controle dessas atividades para que não prejudiquem o meio ambiente e também o lado social.

Em suas atividades de exploração, as plataformas de petróleo são instalações bastante complexas e, por operarem distantes da costa e de socorros imediatos, necessitam de certo grau de autonomia, além de outros meios de salvamento, o que requer um elevado nível de coordenação (FREITAS et al., 2003).

Assim, faz-se necessário o monitoramento dessas áreas de prospecção de petróleo, entre elas a nossa Amazônia Azul onde o pré-sal se encontra com o intuito de se conhecer bem a área e dessa forma criar um excelente plano de contingência caso algum sinistro ocorra.

2 HISTÓRICO DE ACIDENTES

2.1 Principais acidentes nacionais

O primeiro registro de um acidente envolvendo poluição por óleo no Brasil encontra-se na revista International Oil Spill Statistics de 1977 e se refere ao navio Sinclair Petrolore em 6.12.1960, com vazamento estimado em 66.530 m³ de petróleo para o mar, após ter explodido e afundado próximo da Ilha de Trindade (ES). Um tripulante desapareceu e os outros 29 foram resgatados no dia seguinte. Não há informações sobre o comportamento da mancha de óleo nem sobre áreas afetadas.

Tabela 1: Acidentes Marítimos Nacionais

ANO	LOCAL	OCORRÊNCIA	VAZAMENTO
1979	RIO AMAZONAS	GUNVOR MAERSK	12000(t)
1978	BRASIL	PETROLEIRO BRAZILIAN MARINA	6000(m ³)
1983	BERTIOGA	OLEODUTO	2500(m ³)
1985	SÃO PAULO	NAVIO MARINA	2000(m ³)
1986	CABO SÃO THOMÉ	PETROLEIRO BROTAS	1600(m ³)
1997	BAÍA GUANABARA	DUTO DA PTROBRÁS	2800000(L)
1998	RIO ALAMBARI	REFINARIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	1500000(L)
1999	RIO NEGRO	REFINARIA DA PETROBRÁS	3000(L)
2000	BAÍA DE GUANABARA	DUTO DA PETROBRÁS	1300000(L)
2000	TRAMANDAÍ	OPERAÇÃO DE OFFLOADING	18000(L)
2000	SÃO SEBASTIÃO	NAVIO MAFRA	7250(L)
2000	SÃO SEBASTIÃO	CARGUEIRO DA PETROBRÁS	86000(L)
2001	BACIA DE CAMPOS	PLATAFORMA P 36	1200(m ³) DE ÓLEO e 350(m ³) de PETRÓLEO
2004	PARANAGUÁ	NAVIO TANQUE VICUNÃ	1130 T DE ÓLEO DIESEL E 425 (m ³) DE ÓLEO COMBUSTÍVEL
2011	BACIA DE CAMPOS	POÇO DE PETRÓLEO	588000 (L)

Fonte: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/acidentes_ambientais/principais_acidentes_com_petroleo_e_derivados_no_brasil.html

2.2 Principais acidentes Internacionais

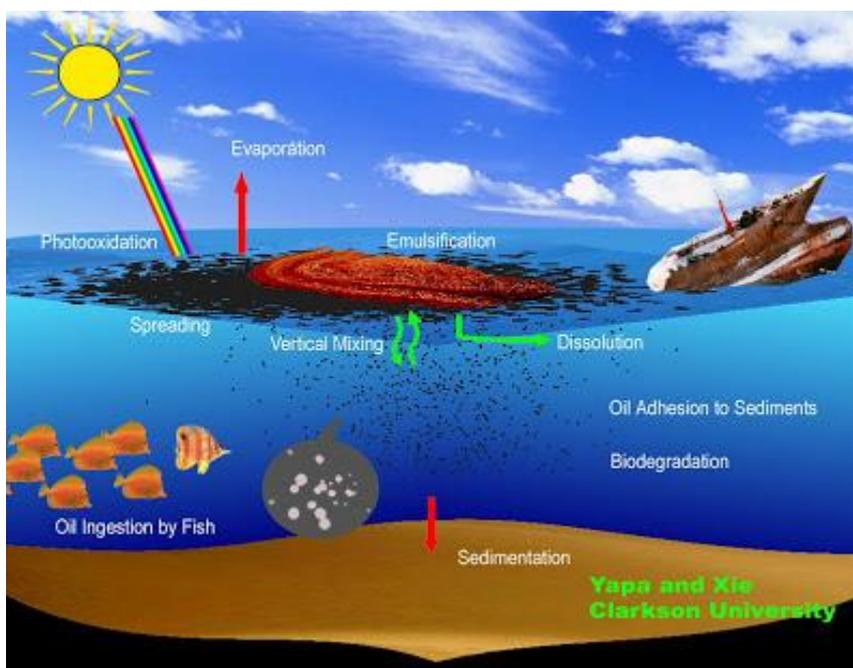
Tabela 2: Acidentes Marítimos Internacionais

	Ano	Local	Ocorrência	Vol. vazado (m³)
1	1967	Inglaterra	Petroleiro Torrey Canyon	119 mil
2	1972	Golfo de Oman	Petroleiro Sea Star	115 mil
3	1973	Porto Rico	Petroleiro Zoe Colocotroni	5 mil
4	1974	Chile	Petroleiro Metula	51 mil
5	1975	Portugal	Petroleiro Jacob Maersk	85 mil
6	1978	França	Petroleiro Amoco Cadiz	230 mil
7	1978	Brasil**	Petroleiro Brazilian Marina	6 mil
8	1979	Caribe	Petroleiro Atlantic Empress	287 mil
9	1983	Africa do Sul	Petroleiro Castillo de Belver	252 mil
10	1988	Mar do Norte	Plataforma Piper Alpha	670 mil
11	1989	Alasca, EUA	Petroleiro Exxon Valdez	40 mil
12	1989	Espanha	Petroleiro Khark 5	70 mil
13	1991	Angola	Petroleiro ABT Summer	260 mil
14	1991	Italia	Petroleiro Haven	144 mil
15	1999	França	Petroleiro Erika	20 mil
16	2002	Espanha	Petroleiro Prestige	63 mil
17	2003	Paquistão	Petroleiro Tasman Spirit	30 mil
18	2004	Brasil**	Navio químico Vicuña	5 mil
19	2007	Coréia	Petroleiro Hebei Spirit	10,5 mil
20	2007	Inglaterra	Navio Contêineiro Napoli	200 mil
21	2010	EUA	Plataforma Deepwater Horizon	779 mil

Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032013000200008&script=sci_arttext

3 COMPORTAMENTO DO PETRÓLEO NA COLUNA D'ÁGUA

Figura 1: comportamentos do óleo na água



Fonte: <http://estrategiaresposta.blogspot.com.br/>

A poluição por óleo, advinda de derramamentos em ambientes aquáticos, pelos danos que causa, merece atenção especial. O conhecimento dos mecanismos de resposta a este tipo de poluição ambiental, a previsão do comportamento da mancha e a projeção do raio de espalhamento, os fenômenos que agem no espalhamento do óleo derramado, bem como os efeitos do mesmo, são elementos cruciais para formulação de planos de contingência.

3.1 Espalhamento

Nos primeiros momentos de um derrame, esse é um dos processos mais expressivos. É influenciado pelas condições climáticas e oceânicas, assim como por outros processos como evaporação, dissolução, entre outros, e depende do tipo de óleo derramado.

3.2 Oxidação

É a reação das moléculas de hidrocarbonetos com o oxigênio, ou quebrando-se ou combinando-se, promovida pela luz solar. A oxidação se dá em velocidade muito pequena, tendo

efeito menor em relação aos outros processos.

3.3 Dispersão

Mar agitado, com ondas e turbulência, quebra a mancha produzindo gotas de óleo de diversos tamanhos. As gotas menores ficam em suspensão na coluna d'água, sofrendo processos como 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 que se quebram.

3.4 Evaporação

Depende da volatilidade do óleo derramando associado às condições climáticas. Grandes ondas, ventos fortes e mar agitado facilitam a evaporação do óleo, que pode perder até 25% do volume no primeiro dia de um derrame (óleo leve).

3.5 Emulsificação

Processo em que o óleo tende a absorver a água, formando emulsões de água no óleo, favorecido pelas condições de mar moderadas a encrespadas. 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 pela luz solar. Alguns tipos de óleo formam emulsões estáveis que são chamadas de “mousse de chocolate”. O óleo emulsificado é de baixa degradabilidade e pode aumentar o volume de poluente em até quatro vezes.

3.6 Dissolução

Uma parte dos hidrocarbonetos pode passar em solução para a coluna de água, dependendo de vários fatores como: composição 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 rapidamente 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.

3.7 Biodegradação

Consiste na degradação do óleo por bactérias e fungos naturalmente presentes no mar. A taxa de biodegradação é influenciada pela temperatura e disponibilidade de oxigênio e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.² 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.

3.8 Sedimentação

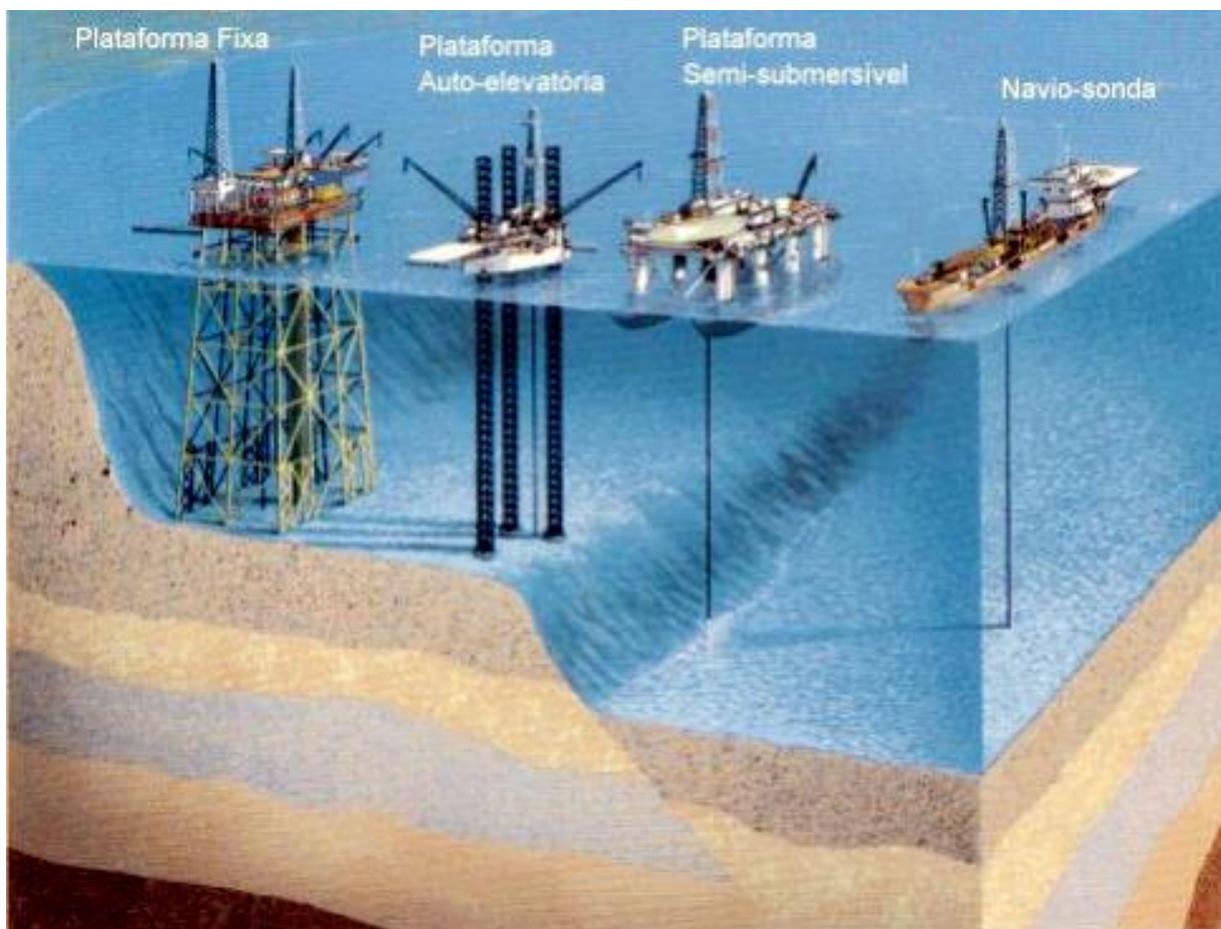
Parte do petróleo sedimenta após adesão com partículas em suspensão ou matéria orgânica presentes na coluna de água. A maioria dos óleos crus não afunda sozinhos na água do mar devido à sua densidade menor que a da água. Por isso é necessária a união com outras partículas. Classes de óleo com densidade maior que 1 têm maior tendência à sedimentação. Uma vez sedimentado, os processos de degradação do óleo são drasticamente reduzidos.

4 POSSÍVEIS CAUSAS DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

A poluição dos mares e das zonas costeiras originadas por acidentes com o transporte marítimo de mercadorias, em particular o petróleo bruto, contribui, anualmente, em 10% para a poluição global dos oceanos. Todos os anos, 600.000 toneladas de petróleo bruto são derramadas em acidentes ou descargas ilegais, com graves consequências econômicas e ambientais (AMBIENTE BRASIL).

4.1 Perfuração dos poços de petróleo

Figura 2: Perfurações de poços

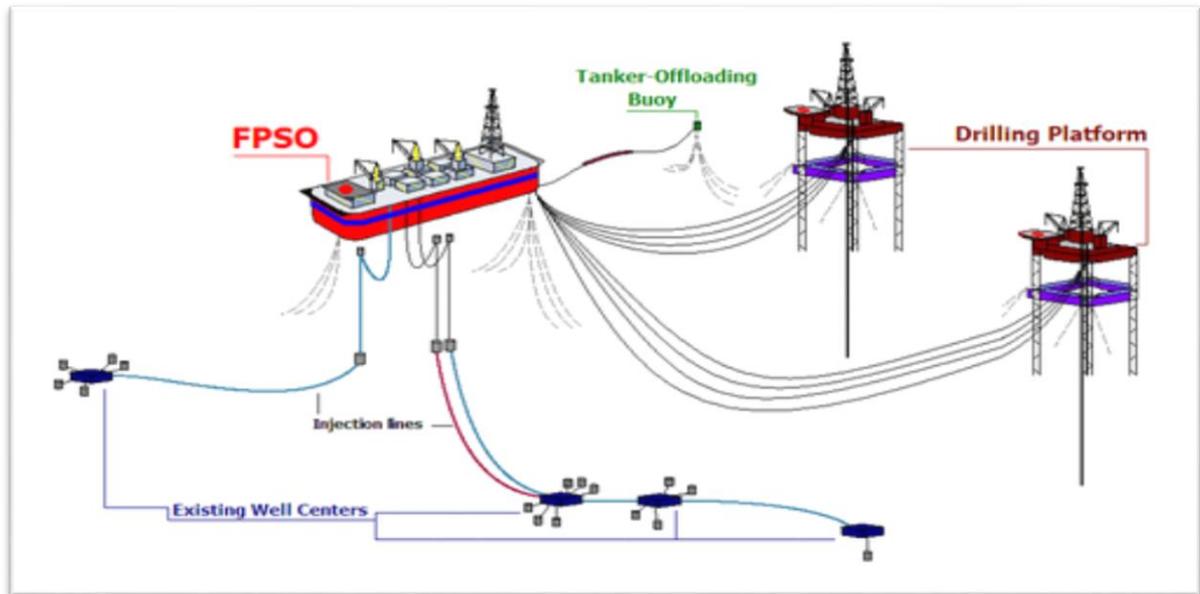


Fonte: www.isiengenharia.com.br

O maior vazamento acidental de óleo datado da história aconteceu com a plataforma do tipo semissubmersível Deepwater Horizon que possuía a principal função de prospecção de petróleo em águas profundas, na qual houve uma falha numa válvula de emergência que deveria se fechar caso houvesse algum problema como a explosão que ocorreu nos dutos de transmissão de óleo, que vazou por tempo suficiente para se sentir as consequências até hoje, de acordo com moradores do delta do Mississippi que acusam doenças e destruição ambiental

4.2 Operações de offloading ou de alívio

Figura 3: diagramas de uma FPSO



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Floating_production_storage_and_offloading#/media/File:FPSO_diagram.PNG

Tabela 3: Tipos de navios Aliviadores

Tipos / Porte dos Navios Aliviadores	Deadweight	Carga - Tonelada
Panamax	(50.000 – 80.000)	48.500 – 77.600
Aframax	(80.000 – 120.000)	77.600 – 116.400
Suezmax	(120.000 – 200.000)	116.400 – 194.000

Fonte: SILVA, José Lima da. Modelo de Cálculo do Custo de Escoamento de Óleo da Bacia de Campos – RJ, usando a Técnica de Custo Baseado na Atividade – ABC Costing. Nota: PUC Rio – Certificação Digital N°0321256/CA

Os navios aliviadores são peças fundamentais para a indústria do petróleo com a localização dos poços de petróleo em regiões cada vez mais remotas, submete o escoamento da produção via navio aliviador, neste caso por questões financeiras e logísticas.

A seguir, etapas da operação de offloading:

- Alinhamento de ambas as embarcações, procedimento denominado de in tandem, onde o FPSO alinha a popa ou proa com a proa do aliviador, distância cerca de 150 metros entre as mesmas.
- Manobras de amarração de um navio a outro, com o uso de cabos guias. Essas manobras geralmente são efetuadas à luz do dia, boa visibilidade e condições ambientais adequadas, mas poderá acontecer à noite.
- Conexão do mangote de transferência. O mangote é uma espécie de mangueira

flexível, geralmente com 12 polegadas de diâmetro e 250 metros de comprimento e nas extremidades são conectados flanges fixos. Na maioria das vezes, o mangote é mantido em uma espécie de carretel e disposto lateralmente ao FPSO até a próxima operação.

- **Bombas de Carga.** Bombeamento de óleo de uma embarcação para outra acontece com o auxílio de bombas submersas no interior de cada tanque ou localizadas na sala de bombas presente na praça de máquina. Em geral, utiliza-se de duas a três bombas acionadas por motor diesel.
- **Acompanhamento por pessoas.** No decorrer do processo da operação de offloading, o acompanhamento permanente por uma pessoa em cada estação assegura e intensifica o monitoramento de eventuais problemas que possam surgir durante toda operação.
- **Final de operação.** Após a operação, o mangote de transferência é lavado e guardado. Desconexão dos cabos da manobra de amarração. Partida do navio aliviador para os terminais de descarga.

4.3 Transporte através de navios tanque

A grande demanda mundial de petróleo traz à tona requisitos como a necessidade de navios que transportem cada vez mais um maior volume de petróleo. E graças a isso, qualquer acidente ou falha relacionada ao navio tanque pode gerar um grande derramamento de óleo em áreas restritas ou não.

Figura 4: Navio Exxon Valdez



Fonte: <http://news.discovery.com/earth/exxon-valdez-1986-2012.htm>

4.4 Guerras

Guerras como a do golfo (1990 - 1991), a operação no Afeganistão e a anunciada intervenção dos EUA (Estados Unidos Da América) no Iraque estão associadas ao controle de um recurso natural estratégico e não renovável. Ações como ataques a oleodutos, refinarias, navios

e qualquer fonte que contenham petróleo com o intuito de gerar prejuízo ou pelo menos demonstrar a insatisfação da população.

Infelizmente a guerra do golfo foi e é até hoje o causador do maior derramamento de óleo no mar no mundo.

Figura 5: Ataque a plataforma Petrolífera



Fonte: <https://geopoliticadopetroleo.wordpress.com/tag/golfo-persico/>

5 TECNOLOGIAS DE COMBATE AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO MAR

O meio ambiente é hoje considerado uma das principais preocupações do setor industrial e da sociedade em geral. No caso particular da indústria petrolífera, pelo fato de ser de alto risco para o ambiente, esta preocupação é ainda maior. Uma das maiores catástrofes ambientais que podem acontecer são os grandes derrames de petróleo, principalmente quando estes ocorrem em regiões costeiras (PALADINO, 2000).

5.1 Barreiras de contenção e skimmers

As barreiras de contenção servem para conter derramamentos de petróleo e derivados, concentrando, bloqueando ou direcionando a mancha do óleo para áreas menos vulneráveis ou mais favoráveis ao seu recolhimento. Também podem ser utilizadas para preservar locais estratégicos, evitando a poluição de áreas de interesse ecológico ou socioeconômico.

O uso de barreiras para conter e concentrar o óleo pode ser prejudicada pela tendência natural que o óleo possui de se espalhar conforme a influência das marés e ventos. Em águas agitadas, um derramamento do óleo com pouca viscosidade pode se espalhar com grande facilidade e o sistema de contenção se move lentamente enquanto recuperam o óleo derramado. Desta forma, mesmo sendo totalmente operacional não será possível recolher mais do que pequena parte do óleo derramado (SZEWCZYK, 2006).

As limitações de tempo devem ser sempre muito bem avaliadas para não colocar o pessoal envolvido em risco. A ação de ventos, ondas e correntes reduz drasticamente a aptidão das barreiras de conter e dos “skimmers” de recolher o óleo. Na prática, a recuperação mais eficiente do óleo derramado é feita sob boas condições meteorológicas. Algumas barreiras são de tipos especiais como barreiras absorventes, barreiras antifogo, barreiras de bolha e barreiras de praia que têm utilização em locais mais específicos. Apesar das diferentes aplicações dos vários tipos de barreira, os elementos constitutivos normalmente são os mesmos:

- flutuador de material flutuante;
- elemento de tensão longitudinal para prover força para resistir às ações de vento, onda e corrente, através de lastro, mantendo a barreira na posição vertical na água;
- saia: prevenir ou diminuir a fuga de óleo por baixo da barreira;
- borda livre: prevenir ou reduzir a fuga de óleo por cima da barreira (ERNESTO, 2010).

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 6: Utilização dos skimmers



Fonte: http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2010/Carolina%20e%20Renato/relat1/relat1.htm

5.2 Dispersantes Químicos

Existem várias técnicas e equipamentos para combater, conter e recuperar um derramamento de óleo no mar, incluindo em geral métodos físicos e químicos. Os dispersantes químicos são um grupo de produtos químicos, que ao serem pulverizado nas manchas de óleo, aceleram o processo de dispersão natural a sua aplicação visa remover o óleo da superfície, particularmente quando a remoção mecânica não é possível, minimizando os impactos do óleo flutuante, por exemplo, para aves ou zonas costeiras sensíveis. Estes produtos químicos têm dois componentes essenciais: surfactantes e solventes. Os agentes surfactantes são moléculas com afinidade para dois líquidos distintos que não se misturam, agindo como uma interface entre eles, reduzindo neste caso a tensão interfacial óleo-água, permitindo que o óleo penetre na água como pequenas partículas mais facilmente degradadas bactérias naturais.

A aplicação de dispersantes depende essencialmente de quatro fatores: tipo de óleo, | 81 condições do tempo, dimensão e localização da mancha e tipo de embarcações e aeronaves disponíveis para a aplicação de dispersantes os dispersantes são pouco eficazes em óleos pesados pouco viscosos e flutuantes, uma vez que os dispersantes acabam por passar do óleo para a água antes da penetração do solvente. Da mesma forma, após a formação de emulsões viscosas óleo-na-água, a eficácia dos dispersantes torna-se muito reduzida, sendo por isso a sua aplicação inadequada para óleos envelhecidos. A existência de agitação marítima também facilita a eficácia dos dispersantes. Os tipos de dispersantes são:

Dispersante convencional: o material ativo é diluído em solventes. A concentração do material ativo é baixa e o produto está pronto para uso. Não deve sofrer diluição na aplicação,

ou antes, de ser aplicado.

Dispersante concentrado diluível em água: o material ativo é geralmente uma mistura de substâncias tenso ativas e compostos oxigenados ou outros. É de base aquosa e pode sofrer diluição prévia para ser aplicado.

Dispersante concentrado não diluível em água: o material ativo é geralmente uma mistura de substâncias tenso ativas, compostos oxigenados, hidrocarbonetos alifáticos ou outros. A sua concentração é elevada, implicando em um baixo consumo de produto. Normalmente é de base aquosa e deve ser aplicado sem diluição.

Os métodos e formas de aplicação dos dispersantes, no combate a vazamentos de óleo no mar, devem ser escolhidos levando-se em consideração uma série de fatores, o tipo e volume do óleo a ser disperso, características oceanográficas e meteorológicas, tipo de dispersante a ser utilizado e os equipamentos disponíveis para a aplicação. (SZEWCZYK,2006).

Para uma adequada dispersão do óleo na água, em situações de mar calmo, deve-se promover a agitação mecânica após a aplicação dos dispersantes. Estes podem ser aplicados através de aeronaves e de embarcações. Aviões pequenos e helicópteros, rebocadores são adequados para o lançamento destes agentes químicos em ocorrências de pequeno porte, em função das suas limitações de velocidade e capacidade de transporte, principalmente. Nos eventos maiores, aviões de maior porte são mais vantajosos.

5.3 Queima In-Situ

Figura 7: Aplicação da queima In-Situ



Fonte: http://www.popa.com.br/_2010/NOTICIAS/index_jul10-ago10.htm

Combustão In-Situ é uma técnica de recuperação térmica de óleo na qual o calor é produzido dentro do reservatório, contrastando com a injeção de fluidos previamente aquecidos, onde o calor é gerado na superfície e transportado para o reservatório por meio de um fluido. No processo In-Situ, uma pequena porção do óleo do reservatório entra em ignição, a qual é sustentada pela injeção contínua de ar. Como em qualquer reação de combustão, o comburente (oxigênio) se combina com o combustível (óleo) liberando calor e formando produtos como água e dióxido de carbono para uma reação completa. Neste caso, a composição de óleo afeta a quantidade de energia liberada. 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 de segurança. Este método ainda não foi regulamentado no Brasil, porém é utilizado há mais de 30 anos em países como Suécia, EUA, Canadá e Inglaterra. Alguns critérios devem ser levados em consideração antes de se iniciar a queima, como por exemplo, o tipo de barreira que está sendo utilizada (deve ser do tipo antifogo), a distância da mancha para embarcação avariada e se existe alguma população próxima do local, a toxicidade da fumaça que será gerada, o tipo de óleo derramado e os resíduos que poderão ser gerados, condições de tempo e mar.

O resíduo gerado da queima In-Situ é extremamente viscoso e de difícil recuperação no mar e na costa. A maior preocupação é com a possibilidade de o resíduo afundar podendo causar danos às espécies de fundo (bentos), sendo a recuperação do local ainda mais difícil (SZEWCZYK, 2006).

5.4 Absorventes

O petróleo e derivados são absorvidos devido à afinidade com o absorvente e pela grande superfície de contato existente. O absorvente de petróleo e seus derivados são indicados para recolhimento de combustíveis e óleos lubrificantes, com a vantagem de não absorverem água. Podem se apresentar na forma granulada, ou envolvida em tecidos porosos formando “salsichões” ou “almofadas”, sendo aplicados diretamente sobre o óleo. Podem absorver até 25 vezes seu próprio peso em petróleo e seus derivados (SZEWCZYK, 2006). Os absorventes sintéticos de óleo não absorvem água, flutuam, podem ser torcidos e reaproveitados. 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.

Figura 8: Absorção Do óleo Derramado



Fonte: <http://www.brasil247.com/pt/247/portfolio/98349/Petrobras-%C3%A9-multada-por-vazamento-de-%C3%B3leo-em-SP-Petrobras-multada-vazamento-%C3%B3leo-SP.htm>

5.5 Magnetismo

Atualmente algumas universidades vem estudando a possibilidade de se utilizar um produto sintético gerado da castanha-de-caju e do óleo de mamona.

Esse composto possui a característica de que quando aplicada no ambiente em que há petróleo derramado, a resina atrai e concentra o óleo, reduzindo a área sobre a qual ele está espalhado. O composto é produzido na forma de pó, para que seja possível espalhá-lo por uma superfície maior. Para retirar a mistura de petróleo e resina da água, basta usar ímãs comuns, que interagem fortemente com o campo magnético da magnetita e atraem o material.

Já foram feitos testes em laboratórios comprovando a eficácia e veracidade do estudo faltando agora maiores estudos para verificar se não existe nenhuma contrapartida que possa complicar sua aplicação direta no combate.

Figura 9: Antes da aplicação

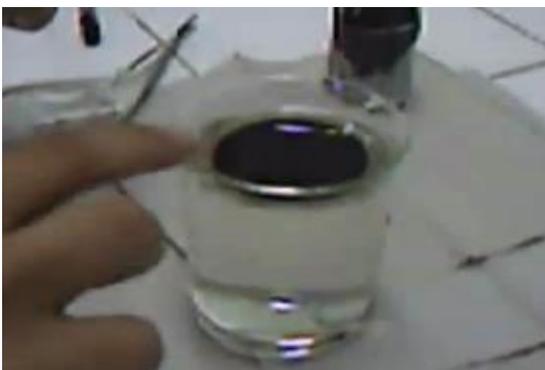


figura 10: Após aplicação



Fonte: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/11/magnetismo-contra-derramamentos-de-petroleo/?searchterm=None>

5.6 Limpeza de ambientes costeiros

Existem muitas formas de limpar o ambiente contaminado por óleo, e a escolha da técnica mais adequada é crucial para a minimização dos impactos ambientais decorrentes. Devido às dificuldades em retirar o óleo do mar, muitas vezes um derramamento de óleo resulta em contaminação da área costeira, gerando maior impacto ambiental e econômico. Quando isso ocorre, estas estratégias de limpeza devem ser utilizadas. Porém, a grande maioria destes métodos pode causar algum tipo de dano adicional, podendo gerar impactos maiores que os do próprio petróleo. A opção pelo método a ser empregado vincula-se fortemente ao tipo de ecossistema impactado, levando-se em conta suas características e sensibilidade. Envolve também o tipo de óleo derramado e fatores técnicos, tais como acesso e tipo de equipamento passível de ser utilizado, além do custo da operação. Frisa-se que uma má escolha do método de limpeza pode maximizar os danos ambientais.

Qualquer método de limpeza deve ser aplicado após o óleo ter sido, pelo menos em grande parte, retirado das águas próximas aos locais atingidos. As opções mais frequentemente utilizadas na limpeza dos ambientes costeiros são: limpeza natural, remoção manual, uso de materiais absorventes, bombeamento a vácuo, “skimmers” (equipamento desenvolvido para remover o óleo da superfície da água, utilizando discos giratórios e cordas absorventes), jateamento com água a diferentes pressões, jateamento com areia, corte de vegetação, queima in situ, trincheiras, remoção de sedimentos, biorremediação e produtos dispersantes (CANTAGALLO, 2007)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte marítimo mundial trabalha com vários produtos e dentre eles o petróleo é um dos mais comercializados no mundo, mas além do transporte existem também o processo de perfuração de poços, operações de *off-loading* e também de refino. Todas estas operações possuem riscos que podem causar acidentes gravíssimos a natureza e mesmo que as empresas que os causem paguem multas milionárias algumas inclusive indo à falência, o prejuízo já foi instaurado no local do sinistro e lá permanecerá por bastante tempo dependendo da gravidade do mesmo.

O trabalho em questão aborda a preocupação do mundo todo em evitar novos acidentes todos os dias e também novas tecnologias de proteção do meio ambiente caso o acidente não consiga ser evitado, pois 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.

Em vista disso, cabe à população humana o desenvolvimento de mecanismos para a redução da poluição das suas atividades bem como para o tratamento adequado dos resíduos gerados. Os oceanos, apesar de sua imensidão, e como os demais recursos naturais existentes em nosso planeta, não possuem capacidade infinita de absorver os resíduos despejados.

O petróleo, sem dúvida, é a principal fonte de energia utilizada pela sociedade moderna, apesar de ser um recurso natural não renovável. Como consequência disso faz-se necessária a estruturação, a preparação e o planejamento como respostas a esses incidentes com o objetivo de reduzi-los tendo na consciência a importância da manutenção da qualidade da água do mar e ambientes costeiros.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: jun. 2015.

CONSELHO Nacional De Meio Ambiente. (CONAMA) n. 237 de 19 de dezembro de 1997. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: Jun. 2015.

Principais Acidentes com Petróleo e Derivados no Brasil. <Http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/acidentes_ambientais/principais_acidentes_com_petroleo_e_derivados_no_brasil.html>. Acesso em: 14 abr. 2015.

Etkin, D.S. International Oil Spill Statistics. **Oil Spill Intelligence Report**. USA, 22pp; 1997.

FERNANDO LUIZ LEMOS PRADO. Simulador de operações de offloading para unidades fpso e fpso, Disponível em:< http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH03/Fernando-Luiz-Lemos-Prado_PRH03_UFRJ-COPPE_G.pdf> Acesso em: 15 jul. 2015.

MARTA KANASHIRO. Petróleo: fonte renovável de guerras, Disponível em:< <http://www.comciencia.br/reportagens/petroleo/pet02.shtml>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

Impactos Pelo Oleo No Mar. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAZ5IAL/impactos-pelo-oleo-no-mar>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

Absorventes Sintéticos De Petróleo E Derivados. Disponível em: <http://www.ecosorb.com.br/solucoes/solucoes_absPetDer.html>. Acesso em: 14 jun. 2015.

SOPEP - **PLANO DE EMERGÊNCIA PARA POLUIÇÃO NO MAR POR ÓLEO**. NT LAGES. Rio de Janeiro: Petrobras Transportes. Transpetro. Março 2015.

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

Limpeza de ambientes costeiros contaminados por petróleo. Disponível em: < <http://www.blogecoil.com/2010/10/limpeza-de-ambientes-costeiros.html>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

CUNHA, P. V. L., **Dispersantes químicos, detergentes, efeitos de derramamento de óleo no mar e métodos de remoção do óleo, remediação e biorremediação**. UVV. 2006.

RIBEIRO, G. B. Jr., Unicamp; TREVISAN O. V., Unicamp. **Combustão In Situ: Experimentos e Simulações Numéricas** Disponível em: <<http://www.dep.fem.unicamp.br/prh15/baixar/Guilherme%20Blaitterman%20Ribeiro%20Jr..pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2015

