MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DE MÁQUINAS DA MARINHA MERCANTE (APMA)
TURMA 02/2011

DANIEL COELHO MONTEIRO

OPERAÇÃO DE RECOLHIMENTO DE ÓLEO NO MAR

RIO DE JANEIRO/RJ
2011

DANIEL COELHO MONTEIRO

OPERAÇÃO DE RECOLHIMENTO DE ÓLEO NO MAR

Monografia apresentada como parte das atividades do curso APMA EAD-2011, da disciplina UEA–I Metodologia de Pesquisa Científica.

Orientador: Ramesses César Ramos

DANIEL COELHO MONTEIRO

OPERAÇÃO DE RECOLHIMENTO DE ÓLEO NO MAR

Monografia apresentada como parte das atividades do curso APMA EAD-2011, da disciplina UEA-I Metodologia de Pesquisa Científica.

AVALIAÇÃO:

Professor Orientador: Ramesses César da Silva Ramos

Data da avaliação: _____
Resultado: _____
Nota Final:_____

"Dedico este trabalho à minha esposa Elainne Schulz de Almeida e às nossas filhas. E às memórias da minha avó Dalva Passos Coelho e da minha tia Vilma dos Santos Passos.”

AGRADECIMENTOS

A Deus, Nosso Senhor, por iluminar minha caminhada e permitir que eu chegasse até aqui.

À minha família, que sempre me deu apoio e incentivo durante as minhas jornadas a bordo.

Aos meus amigos, pois sem eles, eu não sou ninguém.

Aos tripulantes que eu conheci nessa vida de marítimo, pela ajuda e aprendizado que tive.

Ao OSM Giancarlo dos Santos e ao Gerente de Embarcações Marcílio Barros, pelo apoio na realização do Curso APMA.

E aos Mestres, sempre solícitos na disseminação de seus conhecimentos. "

RESUMO

OPERAÇÃO DE RECOLHIMENTO DE ÓLEO NO MAR

Vazamentos de óleo, provenientes das atividades de exploração, transporte, distribuição e armazenamento geram danos ao ambiente e afetam a sociedade. Quando o óleo atinge a linha de costa contaminando diferentes ecossistemas, os prejuízos tendem a ser consideráveis. Existem muitas maneiras de se fazer a limpeza do meio e a escolha adequada da(s) técnica(s) a ser (em) utilizada(s) é crucial para a minimização dos danos ecológicos. 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. Este trabalho pretende mostrar como executar uma operação de recolhimento de óleo no mar. Demonstraram-se os diferentes passos para a correta operacionalização de uma barreira de contenção e recolhimento de óleo no mar.

Palavras-Chave: Vazamentos de óleo; poluição; procedimentos de limpeza; barreira de contenção de óleo.

ABSTRACT

OPERATION OF OIL GATHERING AT SEA

Oil spills, from the exploration, transportation, distribution and storage is damage to the environment and affect society. When the oil reaches the shoreline contaminating different ecosystems, the losses tend to be considerable. There are many ways to make cleaning the environment and the appropriate choice (s) technique (s) is (are) used (s) is crucial to minimize the ecological damage. The choice of method to be employed binds strongly impacted the ecosystem type, taking into account their characteristics and sensitivity. It also involves the type of oil spilled and technical factors, such as access and type of equipment that can be used, plus the cost of the operation. This study aims to show how to perform a collection of oil at sea. It has been shown the different steps for the correct operation of a barrier to contain and collect oil in the sea.

Key words: Oil spills, pollution, cleaning procedures, oil containment barrier

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO.....10

1.1 – Petróleo.....12
1.2 – Produção Offshore.....13
1.3- Operações com petroleiros – transporte.....16
1.4- Operações com petroleiros em terminais.....17
1.5- Consumo – resíduos industriais e refino – poluição atmosférica.....18
1.6- Acidentes com petroleiros.....20
1.7 – Objetivo Geral.....22
1.8 – Objetivos Específicos.....22

2- CONTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DO ÓLEO FLUTUANTE NO MAR.....23
2.1- Barreiras de contenção e skimmers.....23

3- IMPLANTAÇÃO DA BARREIRA DE CONTENÇÃO DE ÓLEO NO MAR.....27
3.1 - Preparação para operação.....27
3.2- Início efetivo das operações.....29
3.3 - Sistema de transferência e recuperação de óleo.....43
3.4 - Power Pack.....46
3.5 – Skimmer: Procedimento de instalação e lançamento.....47
3.6 – Manutenção da barreira.....51

4-CONSIDERAÇÕES FINAIS.....55

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....56

1- INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com a poluição marinha pode ser considerada recente se comparada à poluição terrestre. Durante a época das Grandes Navegações, século XVI, a exploração dos oceanos e mares estava associada à expansão e descoberta de novos continentes. Os possíveis efeitos que poderiam surgir viriam através da pirataria e da guerra.

Nas primeiras décadas do século XX, surgem os navios a vapor aplicados inicialmente para transporte de passageiros e depois de carga. Estes substituíram os navios à vela, que exigiam uma manutenção da vela e dos cabos que formavam seus aparelhos e conservação de suas madeiras. Seu raio de ação era limitado. O problema da dependência do vento para se chegar ao destino passaria a não mais existir.

Durante o período da Primeira Grande Guerra, com a introdução dos navios a óleo, em substituição ao de carvão, os despejos de misturas oleosas próximos aos portos tornam-se mais freqüentes, o que poderia se transformar em focos de incêndios. Para solucionar, surgem regulamentações que obrigavam os navios a despejarem seus resíduos fora das áreas portuárias. Na realidade, o problema de lugar de descarte do óleo ainda persiste apenas transfere-se o local de despejo para mais distante da costa, criando a possibilidade de gerar conseqüências desconhecidas ao meio ambiente. Essa situação apenas foi formalizada, 30 anos depois, com a criação de convenções e normas internacionais que foram adotadas por vários países que poderiam ser acometidos pela poluição por óleo de navios.

Em meados do século XX, o tráfego de navios petroleiros para o ocidente aumentou com a abertura do Canal de Suez. O inevitável acontece em 1967, quando o navio *Torrey Canyon* libera 120.000 toneladas de óleo no mar da Inglaterra. Por mais 30 anos, acidentes deste tipo ocorreram por todo mundo e trouxeram uma grande preocupação não apenas para a população que tem sua atividade econômica ligada ao mar (pesca, turismo, transporte) como ecólogos e atualmente, para as próprias empresas marítimas que lidam direta e indiretamente com o óleo.

O ambiente marinho, devido à sua vastidão, sempre absorveu concentrações elevadas de substâncias estranhas (contaminação[1]). Estas substâncias incluem subprodutos de indústrias, águas contaminadas com pesticidas e herbicidas agrícolas, efluentes urbanas, óleos e misturas oleosas lançadas ao mar por embarcações.

Outras substâncias, como o petróleo, que têm origem em fontes naturais não apresentam danos significativos aos organismos marinhos, mas o aumento desenfreado do consumo de petróleo pelas economias desenvolvidas alterou significativamente esse quadro.

A poluição marinha não respeita fronteira, pois certas substâncias ao serem lançadas ao mar se dispersam com facilidade. Algumas sofrem alterações biológicas, físicas e químicas, são transportadas pelo vento e correntes marinhas para longe ou próximo da linha da costa de alguns países e acabam por se misturarem aos sedimentos, à atmosfera e à biota (plânctons, animais), podendo causar efeitos indesejáveis.

As principais fontes responsáveis pela poluição dos mares e oceanos por óleo no mundo estão distribuídas em seis categorias:

- Fontes naturais;
- Poluição atmosférica;
- Operações com petroleiros;
- Produção offshore;
- Despejos industriais e urbanos;
- Acidentes com petroleiros (vazamentos).

Dentre as causas principais de poluição[2] marinha no mundo, os despejos industriais e urbanos (Gráfico 1) são os que mais contribuem para contaminar e conseqüentemente, poluir o meio ambiente, em função do crescimento populacional e das indústrias.

1 Contaminação é a presença de concentrações elevadas de substâncias na água, sedimentos ou organismos, cuja presença supera os níveis naturais para uma determinada área e um organismo específico (GESAMP, 1996).

2 Poluição é a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários) que resulte em efeitos danosos para os recursos naturais e para a saúde humana, no impedimento das atividades econômicas como a pesca e o turismo, na diminuição da qualidade da água para seu uso, e na redução das belezas naturais (GESAMP, 1996).

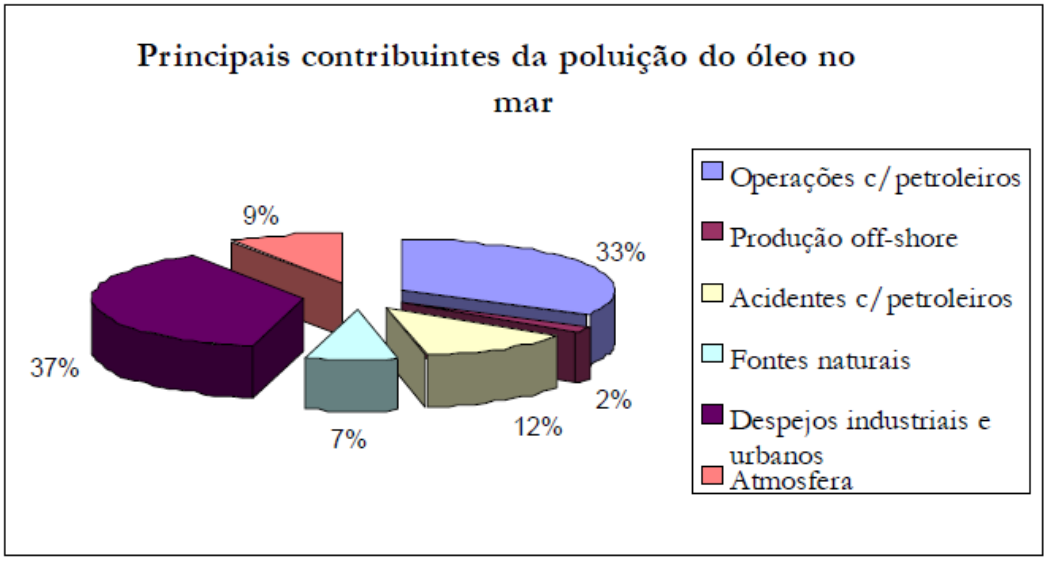


Gráfico 1 – Fontes de introdução de óleo no mar (%).

Fonte: SIVAMAR, 2001.

Além dos acidentes e das operações rotineiras dos navios que, juntos representam 45% do total de óleo derramado anualmente e dos despejos industriais e urbanos que, por baixo, respondem por mais 37%, existem outras inúmeras formas pelas quais o óleo é introduzido no ambiente marinho, como os acidentes operacionais nos portos, acidentes em plataformas de perfuração e produção de óleo, deposição atmosférica, vazamento de oleodutos e acidentes rodoviários, vazamentos em postos de combustível, etc., que, coincidentemente, têm acontecido com maior freqüência em regiões onde as restrições regulatórias e a fiscalização são poucas, e as penalidades menos severas.

A poluição pelo petróleo é uma forma altamente visível de poluição marinha e tem, portanto, resultado num clamor público e em medidas corretivas resultantes. Cada fonte poluidora será abordada detalhadamente a seguir. (MONTEIRO, 2003).

1.1 - *PETRÓLEO*

Mesmo que o petróleo represente um grande negócio no mundo, que atualmente envolve cerca de 683 bilhões de dólares por ano[3] por conta dos benefícios produzidos, é também uma das piores fontes de poluição, ao causar efeitos indesejáveis à qualidade de vida e ao meio ambiente e trazer prejuízos às atividades sócio-econômicas nos territórios atingidos.

3 Jornal Gazeta Mercantil, 2002.

A poluição crônica[4] das operações rotineiras dos navios representa um perigo maior ao meio ambiente do que a poluição aguda[5] dos acidentes. Entretanto, a preocupação com este último tipo não pode ser negligenciada, já que a cada ano para se reduzir custos aumenta-se o tamanho dos petroleiros e o volume de óleo transportado. Outra fonte de poluição que passa despercebida é a operação de exploração para localização dos campos produtores de petróleo.

4 Poluição crônica diz respeito às perturbações persistentes e continuadas que provocam efeitos pronunciados e prolongados nas comunidades biológicas, principalmente quando se trata de substâncias químicas (SIVAMAR, 2001).

5 Poluição aguda ocorre repentinamente e isoladamente, em curto espaço de tempo, resultante de eventos isolados, como por exemplo, o derrame acidental de petróleo em uma área despoluída, como ocorreu no Alasca (SIVAMAR, 2001).

1.2. PRODUÇÃO OFFSHORE

Os impactos ambientais marinhos relacionados à produção de petróleo não são causados somente pelos vazamentos de óleo. Na verdade, estes surgem no início das operações de exploração, cujas técnicas de perfilagem sísmica utilizadas para a identificação dos campos produtores provocam grandes prejuízos às atividades de pesca comercial. Principalmente, àquelas que utilizam explosivos e matam grandes quantidades de peixes.

Além disso, a construção das plataformas petrolíferas, dutos e outras estruturas (píer, terminais, etc.), geram grandes quantidades de resíduos de concreto e aço que são jogadas ao mar, causando impactos físicos ao meio ambiente, de modo a alterar o padrão de ondas local, bem como das correntes marinhas, provocando perturbações no assoalho oceânico e problemas de propulsão na navegação. Como medida de segurança, no Mar do Norte, foram introduzidas áreas de exclusão em volta das plataformas, onde a entrada de navios não petroleiros são proibidas.

A seguir são descritas operações que causam efeitos maléficos ao meio ambiente.

- Operações de Perfuração: verifica-se que os resíduos resultantes das operações de perfuração são intensamente absorvidos por partículas sólidas e, por isso, permanecem por muito tempo nos sedimentos. Segundo NIHOUL e DUCROTY (1994), eles são formados basicamente por resíduos de rocha, óleo e lama de refrigeração das brocas de perfuração. Seu processo de degradação é lento, mas alguma porção fica sujeita à dispersão, que é influenciada pelo estado hidrológico do mar. Em função da grande quantidade de material gerado, os piores efeitos ambientais acontecem dentro de um raio de 500 metros da plataforma, e incluem o sufocamento do assoalho oceânico e as alterações no comportamento de comunidades bentônicas. Entretanto, estudos de NIHOUL e DUCROTY (1994) demonstram que os níveis elevados de hidrocarbonetos e efeitos biológicos adversos podem ser encontrados a distâncias de até 10 quilômetros da plataforma. Embora não haja um consenso sobre a extensão e duração dos impactos, tem-se verificado um declínio, a partir de 1985, da quantidade de resíduos resultante das operações de perfuração. De acordo com NIHOUL e DUCROTY (1994), a introdução de técnicas mais avançadas de perfuração e a adoção de medidas regulatórias estabelecidas em convenções,

fizeram com que a média de 75,8 toneladas de óleo despejada por poço perfurado, em 1986, caísse para 39,2 toneladas de óleo em 1990.

- Águas de Produção: durante a produção de óleo e de gás são gerados efluentes líquidos (águas oleosas) que depois de sofrerem tratamento na plataforma para a remoção do óleo, são despejados no mar, ainda contendo uma fração de óleo dispersa na forma de minúsculas gotículas de alguns mícrons de diâmetro. Essas gotículas por serem muito pequenas, raramente alcançam a superfície depois que o efluente é despejado, mas, ocasionalmente, podem-se formar manchas. A quantidade de óleo permitida nos efluentes líquidos emitidos pelas plataformas é de 40 mg/L, segundo limite estabelecido pela Comissão de Paris. Nessas quantidades, os efluentes se diluem rapidamente a grandes profundidades e o óleo disponível é facilmente biodegradado. Os efluentes líquidos, além de conterem óleo, também são compostos por quantidades significativas de materiais orgânicos não hidrocarbonatados, como sais acéticos e propiônico e, ácidos butíricos, além de hidrocarbonetos dissolvidos como o benzeno, tolueno e xileno.

Depois de identificado o campo, é possível que cerca de 1 milhão de toneladas de óleo escape do poço, antes que ele seja devidamente perfurado, vedado e explorado e, apesar, de ocorrer longe da costa, essa poluição derivada das operações offshore gera alterações da qualidade ambiental. Principalmente, o sufocamento do assoalho oceânico com alterações das comunidades bentônicas.

NEAL (1992) e CLARK (1986) afirmam que são os acidentes as causas que mais poluem durante a fase de produção, mas enfatizam, também, a participação das operações rotineiras, como o lançamento da lama de lubrificação e as lavagens do deck da plataforma pelas águas das chuvas. NIHOUL e DUCROTY (1994) por outro lado, mostram em seus estudos que entre 15 e 30% de todo óleo despejado no Mar do Norte, em 1990 (cerca de 19.080 toneladas), foi conseqüência de operações offshore: desse total, 7% foi causado por derramamentos acidentais (acidentes e explosões), 21% por despejos das águas de produção e, 72% por sobras de operações de perfuração. Nesse ano, 193 plataformas de óleo e gás estavam em operação e 483 novos poços foram perfurados, 65% dos quais, com lubrificantes de base oleosa.

1.3- OPERAÇÕES COM PETROLEIROS – TRANSPORTE[6]

No mundo, 1,5 bilhões de toneladas de petróleo anualmente são transportadas via marítima por cerca de 7.000 petroleiros (SIVAMAR, 2001). Durante esses trajetos, ocorrem os principais incidentes[7] que acabam em derramamentos de óleo no mar. Geralmente, eles estão associados à limpeza dos resíduos das cargas, que acontece entre o porto de descarga e o próximo, de carga; ou à limpeza prévia, por ocasião das docagens, descarga de águas oleosas e limpeza de porões e praças de máquinas (incluindo aí os navios de carga seca) ou; ainda, aos acidentes envolvendo petroleiros e demais navios não petroleiros.

Os petroleiros transportam suas cargas em diversos tanques ou compartimentos no interior do casco do navio. Depois que o óleo é removido, os tanques precisam ser rigorosamente limpos e cerca de um terço precisa ser cheio com água do mar para que o hélice do navio fique suficientemente submerso e garanta uma adequada capacidade de propulsão, governo e flutuabilidade. Esse processo é conhecido como *lastreamento do navio*. Até a década de 50, era prática comum limpar os tanques dos petroleiros através do uso de jatos de água salgada. Os resíduos oleosos eram removidos das paredes, resultando em uma mistura de óleo e água, que após sedimentar-se no fundo do tanque, era bombeada para o mar, abrindo, assim, espaço para uma nova carga. Esse problema foi combatido com

6 Este trecho baseou-se em SIVAMAR, 2001.

7 Vale ressaltar que a palavra incidente está associada a um fato secundário que sobrevém no decurso de um fato principal. Esta, por muitas vezes, é expressa como acidente, que significa um acontecimento fortuito, geralmente lamentável, infeliz e desastroso.

medidas regulatórias, limitando a concentração do óleo na água (100 p.p.m.), a quantidade despejada por milha viajada (60 litros) e a proibição do lançamento no mar de óleo ou águas oleosas a menos de 50 milhas da costa. Em alguns casos, a menos de 100 milhas. Nessas condições, o óleo se dispersa rapidamente e não forma manchas. Apesar disso, essas medidas não surtiram o efeito esperado.

Foi introduzida, então, a tecnologia "load-on-top": depois dos tanques serem lavados, as águas oleosas resultantes ficam retidas por certo tempo e o óleo passa a flutuar na superfície d'água. A água é, então, devolvida ao mar e o óleo residual transferido para um tanque reserva (tanques "slop"). Os tanques vazios são cheios novamente com água de lastro limpa e quando os navios chegam ao terminal, o novo óleo é carregado junto com o residual (no topo). Essa técnica apesar de reduzir, não elimina totalmente os despejos de óleo no mar em face da enorme quantidade de óleo transportado no mundo todo.

Nos anos 70, surgiu uma nova tecnologia: a "COW" (Crude Oil Washing). Ao invés de água, as máquinas de limpeza passaram a usar o próprio óleo da carga, como fluido de limpeza. Os resíduos oleosos, aderidos às anteparas dos tanques, são dissolvidos quando jateados por jatos de óleo da própria carga, para serem, em seguida, descarregados junto com ela. Mas para que essa técnica seja viável, é imprescindível que as instalações de terra possam receber e tratar resíduos oleosos. Porém, existem alguns empecilhos que dificultam a adoção de tais medidas. Primeiro, o óleo residual não é utilizável pelas refinarias, o que impede que ele tenha um fim determinado e, segundo, porque sai muito mais barato para os navios jogar o óleo no mar, do que ter que pagar por tais equipamentos e serviços.

Os navios, por sua vez, passam a necessitar de tanques com lastro segregado, que são compartimentos construídos exclusivamente para lastreamento, e de equipamentos de jato que, ao invés da água do mar, utilizam o próprio óleo da carga para a limpeza das superfícies internas de seus tanques.

1.4- OPERAÇÕES COM PETROLEIROS EM TERMINAIS

Segundo a *International Tanker Owners Pollution Federation* (ITOPF), organização criada em 1968 para administrar o acordo voluntário entre os proprietários de petroleiros e dar assistência às respostas de limpeza de derramamentos de óleo, a maioria dos acidentes causados devido às operações rotineiras nos terminais é de pequeno porte (quase 92% envolvem quantidades abaixo de 7 toneladas) (ITOPF, 2001). As principais operações são (SIVAMAR, 2001):

- Operações de carga e descargas. As operações de carga e descarga de óleo representam o maior número de acidentes com volumes pequenos. Acidentes desse tipo têm acontecido tanto por falha humana, quanto por falhas técnicas, como foi o caso do navio Docepolo, em 16 de outubro de 1983, no Canal de São Sebastião (TEBAR-SP), quando houve falha na operação de bombeamento de óleo devido à perda de pressão das bombas, gerando refluxo na coluna de bombeamento e rompendo o acoplamento da ligação navio - terminal.
- Docagem para reparos. Todos os navios - incluindo os petroleiros - necessitam de reparos periódicos, limpeza do casco e outros tipos de serviços de manutenção. Para evitar qualquer tipo de problema como, por exemplo, o perigo de explosões devido aos gases de petróleo acumulados, todos os tanques, inclusive o de combustível, devem ser esvaziados e limpos.
- Efluentes das casas de máquinas. É importante lembrar, que a poluição crônica, por menor que seja (por exemplo, os efluentes das casas de máquinas), deve ser levada em consideração, uma vez que mesmo contribuindo individualmente com quantidades insignificantes de óleo, quando somados todos os navios, o total que é adicionado ao mar é considerável.

1.5- CONSUMO – RESÍDUOS INDUSTRIAIS E REFINO – POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA[8]

Para estes dois setores, existem dois pontos principais a serem tratados: No refino, verifica-se o lançamento de poluentes na atmosfera, principalmente SO_2 (dióxido de enxofre) e NO_x (óxido de nitrogênio), enquanto que no consumo de petróleo, constata-se a emissão de efluentes líquidos derivados dos processos de refino e de produção nas indústrias, principalmente àquelas cujas localizações são próximas ao litoral.

A combustão incompleta de combustíveis fósseis principalmente o óleo combustível dos navios é outra fonte responsável pela incorporação de hidrocarbonetos de petróleo na atmosfera. Parte desses hidrocarbonetos sofre oxidação fotoquímica[9] e o restante é capturado pelas chuvas, contribuindo com os despejos dos rios ou caindo diretamente no mar. Nas refinarias a emissão de gases ocorre pela combustão de combustíveis e gases das

8 Esse trecho baseou-se em SIVAMAR, 2001.
9 São reações de oxidação que ocorrem sobre óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos no ar na presença da luz solar, resultando em oxidantes fotoquímicos, que são os poluentes secundários.

tochas, bem como pela liberação das unidades de recuperação de enxofre, vazamentos de válvulas, das juntas de bombas e máquinas, dos sistemas de drenagem, e etc.

Os efluentes líquidos e gasosos industriais e urbanos, fontes significativas de poluição marinha, encontram-se no mar misturados a muitas outras substâncias e, portanto, devem ser combatidas com a adoção de medidas de controle de emissão por fonte e o estabelecimento de padrões de assimilação do meio ambiente. Dependendo do tipo de indústria, os efluentes podem conter, além de consideráveis quantidades de óleo, outros tipos de rejeitos formando compostos que, quando despejados no mar, constituem uma fonte importante de poluição.

Além dos riscos associados à produção e ao refino do petróleo, surgem também outras atividades de riscos que estão relacionadas à utilização e distribuição do combustível fóssil: o intenso tráfego rodoviário e ferroviário de derivados de petróleo e de produtos químicos pode causar acidentes ambientais, ainda mais quando vagões carregados de combustíveis descarrilam e o petróleo é levado até rios, e conseqüentemente, alcançam o meio ambiente marinho.

As fontes de poluição marinha por óleo exigem medidas diferentes de controle. Os despejos industriais e urbanos chegam ao ambiente marinho diluídos ou misturados a outras substâncias, o que dificulta a percepção destes. Em função disto, devem ser combatidos na fonte, estabelecendo-se padrões de assimilação de rejeitos nos corpos receptores. Os grandes acidentes, as operações rotineiras em navios, portos e plataformas produtoras requerem uma ampla estrutura inter-relacionada baseada em mecanismos tecnológicos, logísticos e de decisão que é utilizada na prevenção e no controle aos derramamentos de óleo no mar.

1.6- ACIDENTES COM PETROLEIROS

Os acidentes associados a vazamentos de óleo e derivados são classificados internacionalmente pela ITOPF. Os derramamentos são divididos por volume de óleo derramado:

- Pequenos (até 7 toneladas de óleo vazado);
- Médios (de 7 a 700 toneladas de óleo vazado);
- Grandes (mais de 700 toneladas de óleo vazado).

Desde 1974 até hoje, são contabilizados no mundo mais de 10.000 acidentes causados por navios e similares. Grande parte destes (85%) é classificada como de proporções pequenas (ITOPF, 2001). Os acidentes de grandes proporções são relativamente pequenos, porém são causadores de impactos de alta magnitude sobre o meio ambiente.

O número de “eventos” que resultaram em derramamento de petróleo tem reduzido de aproximadamente 24,1 por ano em 1970/1979 para 7,3 em 1990/1999 (ITOPF, 2001). Indubitavelmente, a quantidade de petróleo derramada tem diminuído embora grandes acidentes em geral sejam responsáveis pela maior parte do vazamento anual. Por exemplo, 15% do petróleo derramado em 1978 vieram do acidente com o Amoco Cadiz no litoral francês.

No ano de 2000, verificou-se uma redução para 18 acidentes classificados como médio e 3 como grande, como para a quantidade total derramada neste ano, segundo as estatísticas da ITOPF (2001), que foi de 12 mil toneladas.

Os acidentes que ocorrem em navios tanques situados próximos à costa são aqueles que mais contribuem para os danos ambientais. Segundo as estatísticas da ITOPF (2001), os 20 maiores acidentes com navios ocorreram em sua maioria em regiões de mares profundos e causaram pouco ou nenhum dano ambiental às regiões costeiras. Uma exceção foi o acidente ocorrido com o navio tanque Exxon Valdez no Alaska em 1989, causador de um grande impacto ambiental.

A maioria dos acidentes resulta da combinação de ações e circunstâncias e, por isso, sua análise envolve a incidência de acidentes por categoria em função do principal evento ou operação em andamento na hora do derramamento. O gráfico 2 apresenta a distribuição por categoria que venha a provocar um acidente com vazamento de óleo de dimensões específicas.

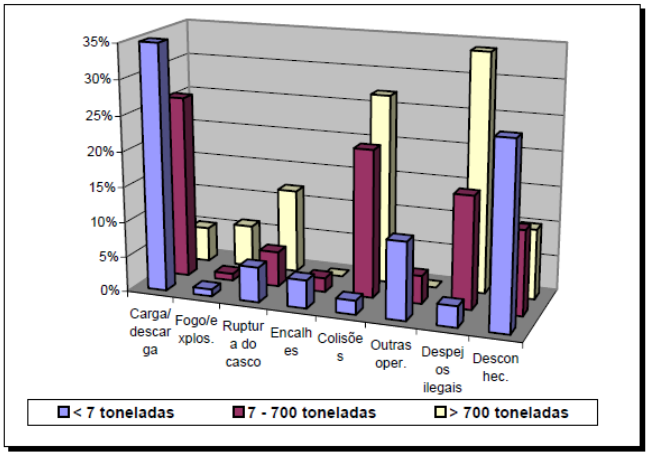


Gráfico 2 – Derrames de óleo por categoria no mundo – 1975 a 2000.

Fonte: Elaborada a partir da ITOPF, 2001.

Constata-se que os vazamentos de navios que envolvem quantidades inferiores a 7 toneladas são a grande maioria, e cerca de 70% dos casos que ocorrem se passa durante as operações de carga e descarga dos navios nos portos. Entretanto, as ocorrências que abrangem quantidades maiores que 700 toneladas de produto vazado, como colisões e encalhes, contribuem com menos de 10% dos acidentes com navios, porém são causadores de impactos de alta magnitude sobre o meio ambiente (ITOPF, 2001).

1.7 – OBJETIVO GERAL

Este trabalho pretende mostrar como executar uma operação de recolhimento de óleo no mar.

1.8 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar como operar a implantação de uma barreira de contenção de óleo no mar;
- Demonstrar a execução do sistema de transferência e recuperação de óleo no mar;
- Demonstrar como operar a recuperação da barreira de contenção.

2- CONTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DO ÓLEO FLUTUANTE NO MAR

2.1- BARREIRAS DE CONTENÇÃO E SKIMMERS

As barreiras de contenção possuem a finalidade de conter derramamentos de petróleo e derivados, concentrando, bloqueando ou direcionando a mancha de óleo para locais menos vulneráveis ou mais favoráveis ao seu recolhimento. Elas também podem ser utilizadas para proteger locais estratégicos, evitando que as manchas atinjam áreas de interesse ecológico ou sócio-econômicos. Na maioria das vezes a contenção do óleo é trabalhada conjuntamente com ações de remoção do produto. Para tanto uma série de equipamentos ou materiais podem ser utilizados como "skimmers", barcaças recolhedoras, cordas 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. O uso de barreiras para conter e concentrar o óleo flutuante e sua recuperação através de “skimmers”, normalmente é visto como a solução ideal para remover o óleo derramado no ambiente marinho.

Os sistemas de contenção de óleo disponíveis normalmente se movem lentamente enquanto recuperam o óleo derramado. Desta forma, mesmo eles sendo totalmente operacionais, não será possível recolher mais do que uma pequena parte do óleo derramado. Esta é a razão principal porque a contenção e a recuperação de óleo em mar aberto dificilmente alcançarão proporção maior que 10 a 15% do óleo derramado. A dificuldade da utilização das barreiras em mar aberto está em movimentar a mancha direcionando-a para áreas onde o óleo está mais concentrado. Porém, esta dificuldade pode ser superada através da comunicação entre unidades marítimas e aéreas, não desprezando as condições meteorológicas e oceanográficas na ocasião do acidente. Assim, podemos observar que as operações de contenção e recuperação de óleo no mar requerem um grande apoio logístico. As limitações de tempo devem ser sempre muito bem avaliadas para não colocar o pessoal envolvido em risco. (SZEWCZYK, 2006)

Figura 3: Exemplo de barreira de contenção utilizada em derramamentos offshore.
Fonte: Hidroclean (2009).

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. Quando a contenção e recuperação do óleo forem a técnica escolhida para ser utilizada, a primeira atitude a ser tomada deverá ser o lançamento das barreiras de contenção, evitando a propagação da mancha no mar. Existem vários tipos e modelos de barreiras, fabricados com diferentes tipos de material. O tipo de barreira utilizada está associado a fatores como cenário acidental, tipo do óleo, condições ambientais, etc. 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.

Pode-se dizer que são fatores importantes a serem considerados ao se utilizar na barreira de contenção: força, facilidade de desenvolvimento, velocidade, confiança, peso e custo. Na Tabela 7, são apresentadas as características estruturais das barreiras de contenção.

Os "skimmers" são dispositivos de sucção que flutuam e retiram o óleo da superfície da água. É importante serem disponibilizadas instalações de armazenamento temporário para o óleo retirado, fáceis de controlar e descarregar, uma vez que estes podem

ser usados repetidamente. Durante a operação também podem ser utilizadas barcaças recolhedoras. Uma vez terminada a recuperação do óleo, barreiras e “skimmers” precisarão ser limpos, revisados e consertados, de maneira que estejam prontos para uso em um próximo derramamento.

Também é importante que sejam feitas inspeções e testes regularmente, atestando bom funcionamento dos equipamentos.

Normalmente a colocação e o lançamento das barreiras são realizados através de embarcações com dimensões e potência suficiente para deslocar o conjunto em certas condições de mar. Existem vários modos de configurar as barreiras no mar como as chamadas configurações em "J", "U" ou "V", conforme Figura 6. A escolha de um ou outro procedimento está associada à disponibilidade de recursos e condições meteorológicas e oceanográficas.

Tabela 01 - Características estruturais das barreiras de contenção

Local de Uso	Tipo	Borda Livre (cm)	Saia (cm)	Carga (t)	Vento (nós)	Corrente (nós)	Volume (m3/100 m)
Águas interiores	leve	12 a 25	20 a 45	1 a 3	até 15	0,7 a 1,0	1,0 a 1,5
Águas abrigadas	fixa	25 a 40	40 a 65	3 a 8	até 5	0,7 a 1,0	1,5 a 3,0
Oceânicas	pesada	40 a 115	65 a 125	15 a 35	até 30	0,1 a 1,5	3,0 a 6,0

Fonte: Disponível em http://www.itopf

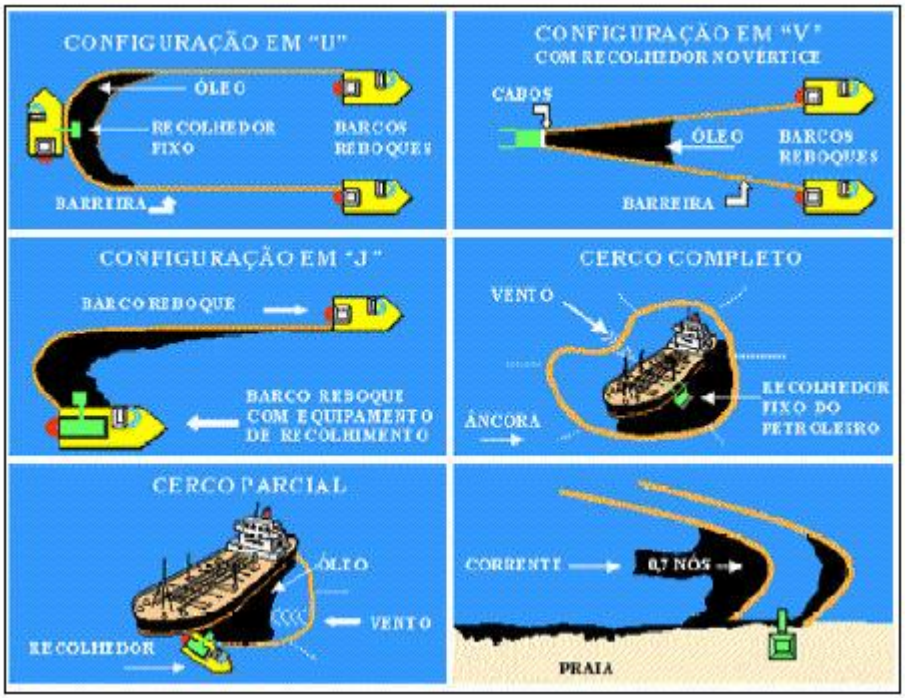


Figura 04: Modos de configurar as barreiras no mar
Fonte: htpp://www.cetesb.sp.gov.br/emergência/acidentes/vazamentos/ações/contenções.asp

3- IMPLANTAÇÃO DA BARREIRA DE CONTENÇÃO DE ÓLEO NO MAR.

Existem inúmeros tipos de barreiras de contenção de óleo operando no mercado. Neste trabalho optou-se por mesclar os diferentes métodos considerados eficazes para o recolhimento de óleo no mar.

3.1 - PREPARAÇÃO PARA OPERAÇÃO

Observa-se na prática, que mesmo os tripulantes sabendo suas respectivas funções nos equipamentos e cumprindo tabelas pré-estabelecidas, se faz necessário antes de uma operação ou treinamento simulado Oil Recovery com lançamento de barreira, uma reunião com os tripulantes envolvidos diretamente na faina para melhor coordenação, checagem de equipamentos operacionais e de segurança, com os tripulantes de convés e máquinas pelos respectivos chefes de seção, para extinção de eventuais dúvidas do grupo ou individuais com relação a possíveis mudanças, remanejamentos e planejamento geral da faina.

As seguintes checagens devem ser efetuadas pelo coordenador de convés, no nosso caso o Imediato ou outro designado pelo comandante, quanto a equipamentos:

1. Todos os tripulantes estão usando EPI completo?
2. Algum tripulante tem dúvida sobre a operação do equipamento que deve operar?
3. O convés está livre de obstáculos, estando apenas os equipamentos que serão utilizados na operação?
4. Os rádios UHF estão sintonizados, operantes e com suas baterias carregadas?
5. Guinchos de convés (Tuggers) e guindaste, testados e estão operando?
6. Os cabos de tração do Trans-Rec foram instalados, com suas devidas patescas?
7. O cabo da rede da barreira foi passado da proa para a barreira, externamente aos obstáculos do caminho e está com o olhal de engate rápido instalado no chicote, passado por cima da borda a boreste na altura da saída da Barreira?
8. O cabo de atracação da Barreira está passado nos cabeços a meia-nau por boreste e com olhal no chicote?
9. As três bóias de arinque estão à mão, próximas a barreira, para rápida fixação e lançamento?

Figura 05: *Bóia de Arinque*

10. A bóia branca do mensageiro inicial da barreira está peada e o mesmo está preparado?
11. O cabo “trator” (cabo de tração da barreira para o mar) está preparado e com o mensageiro conectado?
12. O “cabresto” (três cabos que são conectados por uma manilha ao cabo de reboque da barreira está preparado?
13. Os manômetros da barreira estão conectados aos dois mangotes antes do início do enchimento e as válvulas estão abertas?
14. O mangote supridor de ar está conectado á válvula solteira da rede enchimento/esvaziamento da barreira?
15. Os dois mangotes de conexão ao final da barreira estão á mão para utilização?
16. A válvula-1 (vermelha) na rede inicial de ar está na posição inicial “aberta”?
17. A válvula-2 (azul) está na posição inicial “aberta”?
18. A válvula-3 (cinza) está na posição “fechada”?
19. A mangueira espiral que enche o “boião” está conectada?
20. O cabo de energia do bote de serviço foi desconectado?
21. O Bote está abastecido?
22. O motor do bote está respondendo bem a partida na chave/botoeira?
23. O croque está à mão no bote?
24. Há no bote: água potável, lanche e protetor solar; para os tripulantes?
25. Os tripulantes do bote estão usando coletes de serviço?
26. Há um cabo de atracação reserva a bordo do bote?
27. As luzes de navegação, de bordo e holofote de busca estão funcionando?
28. Há um homem localizado no cabo nos cabeços de meia nau a bombordo guarnecendo o cabo de popa do bote?
29. Há um homem sob o bote de resgate guarnecendo o cabo da proa do bote?
30. Rádio VHF do bote está funcionando e existe um canal de operação VHF com o passadiço?
31. Rádio portátil UHF do patrão do bote está carregado e no canal de operação UHF combinado?
32. A corrente de segurança do convés do bote foi recolhida?
33. Foi checado como o pessoal de máquinas se o turco do bote de serviço pode ser ligado sem baixa geral de energia?

34. A escada de quebra-peito está pronta para ser lançada na porta de resbordo de bombordo num caso de necessidade qualquer?
35. O holofote de iluminação do costado de bombordo está posicionado para iluminação do bote quando este estiver n'água?
36. O Trans-Rec está portando peação apenas pelos ferrolhos dos trilhos?
37. O Trans-Rec está com alimentação de energia?
38. As baterias, principal e sobressalente, do controle remoto do Trans-Rec/Skimmer estão com plena carga?
39. O Trans-Rec teve seus movimentos testados?
40. A mangueira do suprimento principal de ar da barreira está conectada à rede de ar do Compressor de Cimento?
41. A válvula da rede de ar do 'Compressor de Cimento' está aberta e não há vazamentos no percurso, tanto na Praça de Máquinas, quanto no Convés?
42. O Chefe de Máquinas informou se o gerador "Power Pack" e o "Compressor de Cimento" estão prontos a operar?
43. As aberturas nas braçolas das bandejas estão tamponadas?

Checados estes 43 itens, pode-se informar ao comandante no passadiço que o convés está pronto para operação.

3.2- INÍCIO EFETIVO DAS OPERAÇÕES

Recebida a autorização pela Coordenação da área de Contingência, pessoa designada já informada desde o primeiro contato com a embarcação, iniciam-se os procedimentos para Operação/Exercício de Recolhimento de Óleo Derramado ORO. Os procedimentos gerais para entrada na operação serão dados a seguir de maneira simplificada por "Passos";

1º Passo:	Máquina pronta para suportar o DP e demais equipamentos que serão utilizados;
2º Passo:	Rebocador em DP;
3º Passo:	Informar ao Coordenador do Convés e Máquinas o início das operações que o barco já está em DP;

4º Passo: Receber o feedback de preparação dos equipamentos e das respectivas equipes pelos coordenadores de Convés e Máquinas;

5º Passo: O Passadiço deve autorizar o procedimento de arriar o bote, pois é necessário o posicionamento do Yare de modo a fazer sombra para o bote.

6º Passo: Iniciar o procedimento de arriar o bote de serviço;

7º Passo: Informar ao passadiço que o bote de serviço foi lançado. O passadiço assume a coordenação e ordens para o bote de serviço depois de recebido o *feedback* pelo patrão do bote de que estão todos os equipamentos em operação e que não há irregularidades na embarcação;

8º Passo: Acionamento do Power Pack pelo Coordenador de Máquinas, que deve dar o *feedback* ao Passadiço e ao Coordenador de Convés da preparação do equipamento;

9º Passo: Acionamento do(s) Compressor (es) de Cimento para início da pressurização da linha de enchimento/esvaziamento da Barreira, manter desconectado por aproximadamente 10 minutos para expurgo de possíveis impurezas no sistema, rede e mangote de ar de enchimento da Barreira, evitando que essas possíveis impurezas entrem nas espirais de armação da Barreira;

10º Passo: Conectar o mangote de 2,5” na rede de enchimento/esvaziamento da Barreira;

11º Passo: Fechar as Válvulas: 1(Vermelha) e 2 (Azul);

Abrir as Válvula 3 (Cinza) e as válvulas de leitura nos manômetros da Barreira que deverão marcar 5 *Bar* para o início do lançamento da barreira para o mar. A Válvula-3 é responsável pelo enchimento do trecho do início à metade da Barreira.

Obs: Após o manômetro indicador desta linha de enchimento marcar 5 Bar, deve-se abrir a Válvula-2 (Azul) e mantê-las abertas até a desconexão dos mangotes destas linhas de enchimento.

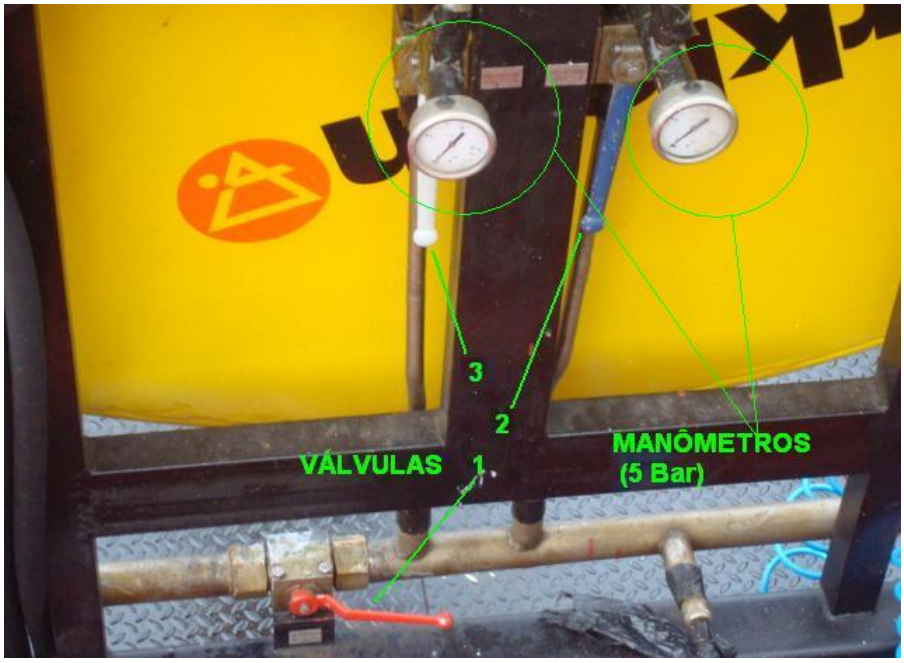


Figura 06: Manômetros e Válvulas

12º Passo: Conectar a mangueira de ar espiral à válvula de engate rápido do "Boião" que começará a encher, como não há manômetro para uma medida "precisa" de quanto ar já foi insuflado no "Boião", deve-se enchê-lo observando de forma constante constantemente e tomando o cuidado para não estourar. A prática mostrou que ao "suspender" o início da Barreira, pode-se fazer a desconexão da mangueira espiral;

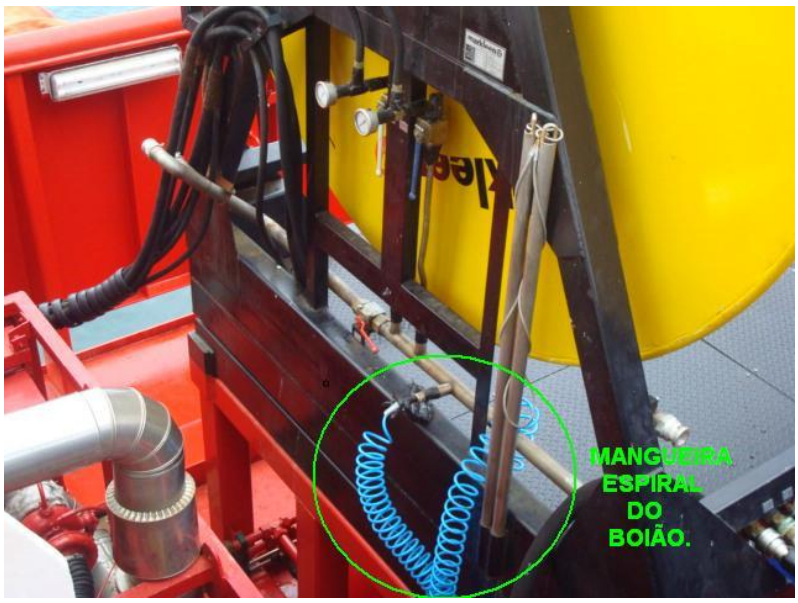


Figura 07: Mangueira Espiral

14º Passo: Após os manômetros da Barreira indicarem 5 Bar de pressão, deve-se fechar as suas respectivas válvulas e os mesmos devem ser desconectados e guardados.

È importante que se imobilize as válvulas na posição “fechada” com fita adesiva (Silver Tape);

Figura 08: Manômetro da Barreira

15º Passo: Prender uma bóia de arinque nos três mangotes de ar do início da Barreira (dois mangotes dos manômetros e mangote de enchimento do “Boião”).

A prática mostra a importância de se prender esta bóia para:

- Facilitar a identificar a posição das válvulas para o Yare e para o bote de serviço reduzindo o risco de eles irem de encontro ao propulsor do bote em alguma manobra do mesmo;
- Facilitar a pescaria dos mangotes pelo bote de resgate quando for necessário abrir as válvulas para auxílio no esvaziamento da Barreira;
- Garantir flutuabilidade aos mesmos;

16º Passo: Posicionamento do Yare atravessado com a corrente para que o bote de serviço se aproxime e inicie o reboque da barreira, a favor da corrente, reduzindo assim os efeitos de arrasto causado pela corrente de superfície ou vento;

17º Passo: Aproximação do bote de serviço junto ao costado do Yare para reboque da Barreira;

18º Passo: Deve ser lançado o mensageiro da Barreira e neste deve estar peada uma bóia pequena e leve, para a facilitação da pesca com croque pelos tripulantes do bote;

19º Passo: Uma vez pescado o mensageiro, os tripulantes do bote devem passar o cabo de reboque da Barreira pelo corte do espelho de popa e

talingado ao gato de reboque, feito isto, o patrão do bote de serviço deve dar o *feedback* via rádio para o Passadiço.

Obs: Uma vez o Bote de Serviço assumindo a função de reboque da Barreira, o Patrão deve estar ciente de que deve manter a Barreira o mais transversal ao Yare que possa e que deve obedecer aos comandos e indicação do Passadiço (ou Coordenador de Operações no Convés, caso o Passadiço repasse para este o comando das instruções do Bote de Serviço)

20º Passo: Depois de autorizado pelo Passadiço, o bote de serviço deve então iniciar seu afastamento, rebocando a Barreira pelo cabo de reboque com potência adequada à intensidade da corrente de superfície.

21º Passo: Simultaneamente o Coordenador da Operação no Convés deve fazer o lançamento da Barreira, desenrolando-a, "pagando" a Barreira e controlando o ângulo de saída com o giro do Carretel da Barreira e quando não sendo possível, comunicando ao passadiço a necessidade de avançar, mudar o aproamento ou recuar com o Yare, conforme o caso de a Barreira sofrer arrasto para vante ou para ré, respectivamente.

Figura 09: Lançamento da Barreira em exercício.

Obs: O Bote de resgate deve rebocar a Barreira regulando potência suficiente de máquina de para evitar ao máximo que a Barreira sofra

qualquer efeito de arrasto da corrente de superfície ou de vento, ou mesmo um possível "afundamento" da barreira ainda não totalmente inflada.

22º Passo: Pausar o lançamento para conectar a Rede da Barreira, localizada a aproximadamente a 1/3 do comprimento final da mesma quando essa aparecer
(*Vide foto no 21° Passo*);

Obs: O olhal de engate rápido de conexão do cabo (na proa e passando por fora do costado, já deve estar posicionado, como visto no Check List "PREPARAÇÃO PARA OPERAÇÃO"- item: 7)

23º Passo: Guarnecer permanentemente o molinete na proa com um homem munido de rádio UHF, sendo este coordenado pelo Coordenador de Operações no Convés.

Obs: O cabo da rede deve permanecer brando, porém sem seio, enquanto em estágio de lançamento da Barreira
(*Vide foto no 21° Passo*).

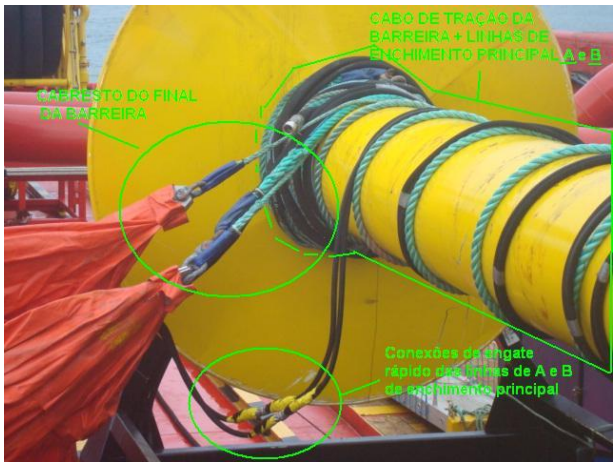
24º Passo: Reiniciar o lançamento da Barreira coordenado com o reboque do Bote de Serviço;

25º Passo: O Passadiço deve manter contato constante e maior atenção no caso o Bote de Serviço não esteja sendo utilizado e a Embarcação de Apoio seja outra, deve-se atentar para a velocidade de Lançamento da barreira, pois embarcações de maior Bolard Pull que o Bote de Serviço, pode avariar a Barreira, facilmente. (*Vide figura do 21° Passo – no caso a Embarcação utilizada como Embarcação de Apoio foi o Rebocador da Petrobras "Tangará")*

26º Passo: Ao chegar o término da Barreira, o cabresto do final deverá aparecer e com ele os dois mangotes de 2,5"de esvaziamento da Barreira (presos com "Silver Tape" a um dos cabos do cabresto) e os mangotes de 1,5" das linhas principais de enchimento (com conexões de engate rápido envoltas em fita adesiva resistente "Silver Tape" e fitas zebradas);

Neste ponto, deve-se:

- Pausar a operação e aguardar o completo enchimento da Barreira (tempo aproximado de 35 minutos);
- Coordenar o homem da proa de forma a manter o cabo da rede com tensão branda para não criar seio ou se levado por possível arrasto;
- Coordenar com o Passadiço a movimentação vante/ré do Yare, de forma a evitar que a Barreira mantenha-se o mais transversal possível, para que o conjunto: cabresto, manilha e mangueiras não forcem a borda de ré do carretel;
- Coordenar com o Passadiço que o Bote de Serviço mantenha tensão no cabo de reboque, o máximo possível.



27º Passo: Após o enchimento completo da Barreira, desconectar os mangotes da linha principal de enchimento da Barreia (conexões de engate rápido entre as fitas zebradas e envolto em “Silver Tape”)

28º Passo: Conectar o cabo de atracação à manilha de conexão do cabresto.

Obs: O cabo de atracação da Barreira amarra a barreira aos cabeços de meia-nau do Yare após a soltura da barreira do carretel (é passado por fora do costado e por cima do costado, já deve estar posicionado, como visto no Check List “PREPARAÇÃO PARA OPERAÇÃO”- item: 8)

29º Passo: Conectar à manilha do 'cabresto', uma bóia de arinque para:

- Sinalização do local da manilha;
- Manter flutuabilidade da mesma no caso de diminuição da Barreira;

30º Passo: Desenrolar a Barreira totalmente, deixando-a portar pelo cabo de atracação e pelo cabo de tração do carretel.

31º Passo: Pedir ao passadiço que mova o Yare para ré, folgando a Barreira, para a desconexão no carretel;

Obs: O cabo de atracação deve ficar mais teso que o de tração do carretel. Deixando a Barreira portar pelo cabo de atracação e ao cabeço de meia-nau boreste, o cabo de tração não força o carretel. Poderia ser solto do carretel se não houvesse o risco de a Barreira cair à ré pelo costado na popa e com a arfagem, balanço ou caturro do

Yare, a Barreira pode entrar no raio de ação do hélice e ser avariada, não valendo o risco.

32º Passo: Desconectar as válvulas das linhas 1 e 2 (conexões com fitas zebradas e fechar as Válvulas 2 e 3 (Azul e Cinza).

33º Passo: Conectar os mangotes de 2,5”do final da Barreira aos preparados no convés e estes às duas entradas da tubulação da rede principal de ar (que apontam para o mar).

Obs: Deve-se observar se a Válvula-1 (Vermelha) está constantemente fechada.

34º Passo: Deve-se dar o feedeback para o passadiço do término do lançamento da Barreira para o Passadiço e em seguida, iniciar os preparativos para o posicionamento do Trans-Rec e lançamento do Skimmer no mar para o recolhimento.

35º Passo: O Coordenador de Máquinas informa a parada dos Compressores de Cimento.

36º Passo: O Coordenador de Máquinas após o término da movimentação do Trans-Rec, deve fazer a conexão do mangote de recolhimento ao Trans-Rec e ás tomadas de carga que levarão o óleo bombeado para os tanques ORO de bordo (ou para o Oil Bag sendo o caso)

37º Passo: O Passadiço observando as condições de entrada do mar e vento ordenará ao Bote de Serviço uma correção do posicionamento deste ou de sua potência de máquina aplicada no momento;

38º Passo: O Passadiço posicionará o Yare contra a entrada do mar, através de um giro com o DP e avançará o suficiente para fazer a formação em "J" ou "U", pedida pela Coordenação aérea da Operação.

Obs: Todo este processo deve ser informado ao Coordenador de Convés e de Máquinas do Yare.

39º Passo: Após o *feedback* recebido a respeito do término da manobras de posicionamento, o Coordenador de Convés faz a correção do cabo de rede da Barreira.

40º Passo: Sendo autorizado pelo Passadiço, o Coordenador do Convés Inicia o Lançamento do Skimmer, sempre acompanhando o operador do controle remoto que deve ser posicionado em local de fácil visualização da aglomeração do óleo pela Barreira.

Figura 10: Controle Remoto

Obs: Se faz importante que mais de um tripulante esteja bem familiarizado com a operação do Controle Remoto do Skimmer!

41º Passo: Após informar ao Passadiço o término do Lançamento do Skimmer para o mar, deve-se aguardar a ordem do mesmo para início do bombeamento.

Obs: Houve caso em que foi pedido que o cabo da Rede da Barreira fosse colocado a meia-nau para manter a Barreira na formação (normalmente no caso do Bote de Serviço não conseguir manter

posição e se afastar repetidas vezes do Yare. Para tanto se deve utilizar a buzina e o cabeço em cruz mostrado na figura abaixo;

42º Passo: Recebida a ordem do Passadiço de início do bombeamento do óleo recolhido, operador do controle remoto acompanhado do Coordenador da faina no Convés, deve aumentar gradativamente a vazão de aspiração da bomba (no próprio controle remoto) enquanto o enchimento dos tanques deve ser acompanhado pelo o sistema UMAS no Passadiço e Praça de Máquinas.

Recolhimento da Barreira: Ao término da Operação/Exercício, inicia-se o caminho inverso descrito até o momento.

43º Passo: O Passadiço deve ordenar ao Patrão do Bote de serviço que reposicione a embarcação para o recolhimento da Barreira.

44º Passo: Com o Bote e o Yare posicionados o Passadiço informa ao Coordenador de Convés que inicie o recolhimento da Barreira;

45º Passo: O Coordenador da Faina no Convés, em contato com o patrão do Bote de Serviço, pede a abertura das duas válvulas, (antes posicionada com os manômetros que foram retirados no lançamento)

Obs: Estas Válvulas ajudarão no esvaziamento da Barreira.

46º Passo: O mangote de 2,5”de alimentação principal da Barreira, deve ser retirado deixando a tomada livre para o esvaziamento da Barreira.

Obs: A tomada que antes servia para entrada do ar no enchimento, agora funcionará como saída do mesmo

47º Passo: Abrir a Válvula-1 (Vermelha).

48º Passo: Aguardar aproximadamente 45 minutos para o esvaziamento parcial da Barreira.

49º Passo: O Coordenador do convés deve iniciar o recolhimento pelo cabo de tração da Barreira até a chagada da conexão do cabo de atracação, até sua desconexão, com cuidado, pois com a Barreira ainda cheia, ela tem uma área vélica suscetível ao vento na superfície o que pode causar trancos repentinos no cabo de tração da Barreira ou no cabo de atracação da mesma.

50º Passo: Os mangotes de 2,5” devem ser retirados e as conexões de engate rápido das linhas de enchimento A e B (Conexões com fitas zebradas) quando a Barreira se aproximar do cilindro do Carretel.

Obs: É importante a fixação de fita adesiva Silver Tape, nestas conexões de engate rápido.

51º Passo: O Coordenador de Convés deve manter contato constante com Patrão do Bote de Serviço e o Passadiço, para que o Bote de Serviço aumente ou reduza a potência de máquina que está imprimindo de acordo com a necessidade para ajudar a enrolar a Barreira o mais justa possível e ao Passadiço deve pedir para alterar a proa, avançar ou recuar o Yare para facilitar na distribuição da Barreira no carretel.

Obs: A Barreira deve ser enrolada:

- Quando o maior volume possível de ar tiver saído;
- Iniciando sempre de ré para vante;
- Acumulando inicialmente duas ou três camadas sobre as camadas de cabos (que devem ser acumuladas na parte de ré);

- A Barreira deve ser enrolada com o máximo de tensão possível, de maneira que fiquem bem apertadas as camadas, por duas razões:
    1. Para que o máximo de ar restante na Barreira seja expulso;
    2. Para evitar que o peso do resíduo de água acumulada no recolhimento não provoque seio muito grande na parte inferior do carretel quando todo o ar da Barreira tiver saído, dificultando a saída da Barreira numa operação futura;
- Movendo-se a base do carretel para correta distribuição ou com o auxílio dos movimentos do Yare quando esta distribuição não seja mais possível com o movimento da base do carretel;
- Sempre coordenando a tração exercida pelo Bote de serviço na Barreira.

52º Passo: Um tripulante deve ser posicionado no Convés Principal para auxiliar o Coordenador de Convés na distribuição das camadas de Barreira no carretel.

53º Passo: A Rede da Barreira deve ser enrolada normalmente, tomando-se o cuidado de pausar a faina na subida para o carretel, da conexão de engate rápido que prende ao cabo da proa para que os marinheiros possam desengatá-lo.

Obs: Pode-se enrolar a Rede e no ponto de desconexão, desenrolá-la para que o engate desça no convés para o desengate.

54º Passo: Após a Rede enrolada o Coordenador de Convés deve designar um marinheiro para auxiliar no recolhimento do cabo da Rede pela proa.

55º Passo: Reiniciar o recolhimento.

56º Passo: Ao ser colhido o "Boião", este deve ser esvaziado, reconectando-se a mangueira espiral azul, que agora servirá para esvaziamento.

57º Passo: Colhendo-se o cabresto restante, deve-se pausar o recolhimento quando chegarem às fitas zebradas de seguranças, que indicam a

chegada da conexão do cabo de reboque ao cabresto.

Obs: É importante a pausa, pois a partir deste ponto os marinheiros devem alar os cabos do cabresto, pois com a Barreira toda enrolada e o "Boião" já posicionada no 'top' do carretel, se o giro for continuado, o "Boião" não permitirá que o giro seja completado (não passará) por baixo da Barreira.

58º Passo: Colher o cabo de reboque, dando por encerrado o recolhimento da Barreira.

59º Passo: O Coordenador do Convés deve informar ao Passadiço o término do recolhimento da Barreira e também ao Coordenador de Máquinas para que seja desligado o Power Pack.

60º Passo: O Passadiço posiciona o Yare de forma a fazer sombra para o recolhimento do Bote de Serviço e ordena ao mesmo que demande para o navio.

61º Passo: O Coordenador do Convés recolhe o Bote de Serviço para o convés do mesmo.

62º Passo: O Bote de Serviço é peado, Cabo da proa (cabo da Rede da Barreira) é guardado no paiol de Proa, os mangotes de 2,5" são aduchados e guardados, o cabo de reboque da Barreira também é aduchado e guardado, o Trans-Rec é peado e demais materiais forem guardados. O Coordenador do Convés comunica ao Passadiço o término da operação no convés e aguarda o *feedback.*

O mesmo é feito pelo Coordenador de Máquinas.

63º Passo: O Passadiço informa o término da operação e desabilita o DP.

É importante considerar para a eficácia da Operação a condição de mar e vento, pois os equipamentos (Skimmer e Barreira) perderão sua eficiência em situações em que as ondas sejam maiores que 4 metros de altura e o vento alcance velocidades maiores que 30 nós.

3.3 - SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA E RECUPERAÇÃO DE ÓLEO

O sistema foi projetado para operar por somente uma pessoa. Todas as funções são operadas a partir do painel de controle da máquina ou de um painel de controle de radio. Pelo fato de ser uma completa unidade auto-contida, pode ser instalada em qualquer lugar a bordo da embarcação, independente de outros sistemas.

O braço do guindaste integrado é usado para levantar e girar a cabeça do coletor de óleo para cima da popa da embarcação. Após a implantação da cabeça do coletor de óleo, o umbilical flutuante é desenrolado a um comprimento suficiente para alcançar o formato “V” ou “U” da barreira de contenção de óleo onde o óleo é conectado. Segurando esta posição, o operador então dá partida à bomba na cabeça do coletor de óleo e a operação de recuperação de óleo acontecerá. Na conclusão da operação, o umbilical é rebobinado e a cabeça do coletor de óleo levantada a bordo e estacionada. Não é exigido nenhum manual de manuseio.

Figura 11: Skimmer

Fonte: Framo TransRec 150

Controle de rádio

O TransRec 150 é suprido com um painel de controle de radio. Esta unidade permitirá ao operador a operar o TransRec de diferentes posições tais como no passadiço e outras posições disponíveis dando ao operador a possibilidade de se manter fora do convés e assim ser protegido contra diferentes tipos de clima (tempo). Todas as funções do TransRec podem ser controladas do painel de controle de radio.

Instrumentação para operação em baixa visibilidade e à noite.

A efetividade da operação de recuperação também depende do tempo total disponível de operação. Para operação no escuro ou quando a visibilidade é fraca, a cabeça do coletor de

óleo pode ser equipada com um metro de espessura de óleo, metro de fase de óleo/água e um medidor de vazão. As informações destes instrumentos são disponíveis para o operador no painel de controle de radio para aperfeiçoar a operação de recuperação.

Transferência de óleo recuperado

As embarcações de recuperação de óleo normalmente têm uma capacidade de armazenamento limitada para o óleo recuperado. A filosofia do sistema TransRec é de transferir o óleo recuperado através do umbilical flutuante para outra embarcação.

A cabeça do coletor de óleo é desconectada do umbilical flutuante antes de ser usado para a operação de transferência. O óleo pode neste momento ser bombeado do tanque de recuperação de óleo para a embarcação.

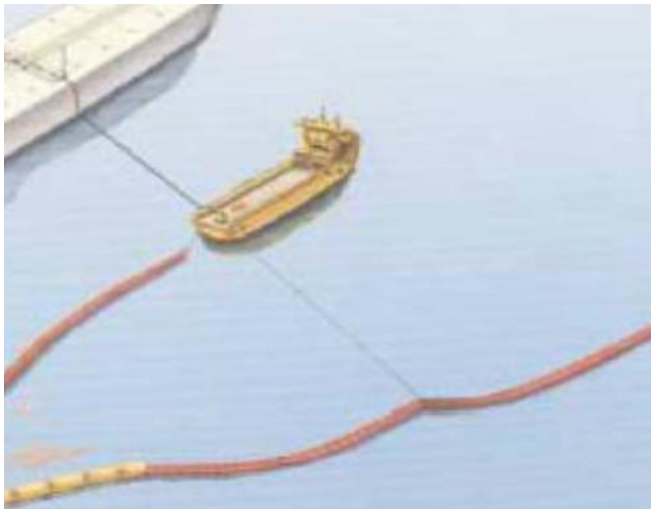


Figura12: Ilustração da operação de transferência

Fonte: Framo TransRec 150

Cabeça do coletor de óleo

O sistema de coletor de óleo consiste de 2 conceitos de coletor de óleo principais;

- Sistema de recolhimento de óleo tipo vertedouro
- Coletor de óleo HiVisc/HiWax

Ambas são flutuantes livres conectadas à extremidade do umbilical flutuante.

Sistema de recolhimento de óleo tipo vertedouro

Esta cabeça de coletor de óleo foi projetada para recuperar grande quantidade de óleo de viscosidade leve e média.

Viscosidades típicas: 1 – 15 000 sCt.

Taxa de recuperação: 0- 400 m^3/hr.

A cabeça do coletor de óleo de óleo é equipada com um vertedouro compensado de onda ajustada automaticamente dando um mínimo de ingestão de água livre

Figura 13: Coletor de óleo

Fonte: Framo TransRec 150

A cabeça do coletor de óleo é construída para manusear com óleo de extrema viscosidade bem como óleos de alto conteúdo de cera. As viscosidades de emulsão típica alcançam 10.000 – 1 mil cSt. Cabeça do coletor de óleo tem tambores com pás para pegar o óleo e apertá-lo para a bomba de poço. 2 propulsores forçam a cabeça do coletor de óleo para dentro da camada de óleo.

Sistema de tratamento

O mesmo consiste das seguintes partes principais:

- Skid
- Tambor para manuseio e armazenagem de umbilical flutuante
- Umbilical flutuante
- Braço de guindaste integrado com dispositivos de bobinamento
- Cabeça do coletor de óleo

Todas as funções são operadas hidraulicamente e a unidade recebe força por um controle de energia hidráulico ou elétrico. O sistema é operado de um painel de controle local nas máquinas ou pelo painel de controle de rádio.

Figura 14: Skimmer e Coletor

Fonte: Framo TransRec 150

3.4 - POWER PACK

Motor utilizado para possibilitar os movimentos do Carretel da Barreira, tanto o giro da Base (no plano horizontal) quanto o giro do Carretel para Lançamento ou Recolhimento da Barreira.

Procedimento de Partida.

1. Verificar nível do óleo lubrificante no cárter do motor.
2. Verificar nível de água dentro do radiador do Power Pack.
3. Verificar nível de óleo hidráulico no tanque.
4. Cheque a pressão para partida no acumulador, use bomba. Manual se pressão abaixo de140bar, normalmente a pressão do acumulador é de 170-210 bar.
5. Reset a válvula de parada para posição de start.
6. Gire a Val. Piloto para posição mínima.
7. Move ligeiramente o acelerador para uma posição media e após partida do motor diminua a aceleração.
8. Aperte o botão de partida do motor.

9. Aumente gradativamente a rotação do motor ate 1500rpms, e 30barpara 5-10min para pré aquecer o óleo hidráulico.
10. Ajuste a válvula piloto para a pressão requerida para o sistema.

Procedimento de Parada.

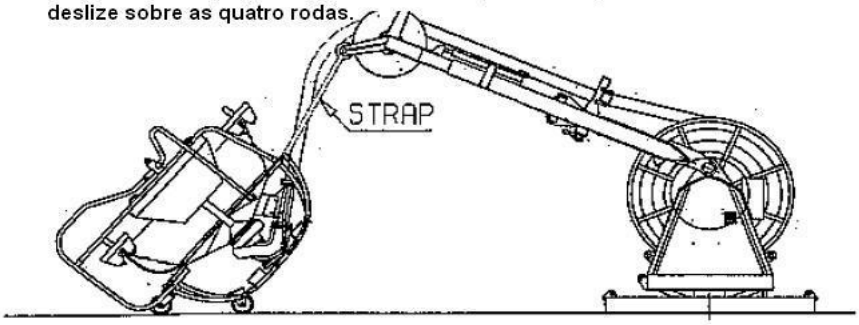
1. Gire a válvula piloto para posição de pressão mínima
2. Espere alguns minutos para temp motor abaixar.
3. Puxe a alavanca de parada do motor,
4. Finalmente com o motor parado cheque o tanque de combustível, nível do óleo hidráulico e óleo lubrificante do motor.

3.5– SKIMMER: PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO E LANÇAMENTO:

INSTALAÇÃO DO SKIMMER Fig.1

Posicione o Skimmer em frente ao Trans-Rec e fixe-o com duas cintas (uma de cada bordo do aparelho)

Suspenda o braço (ou lança) do Trans-Rec, de forma que o Skimmer deslize sobre as quatro rodas.



Ajuste a posição do flange das conexões pagando ou recolhendo o mangote flutuante.

Conecte todas as mangeiras aos respectivos encaixes, inclusive o mangote da bomba de aspiração.

Os dois Skimmers a bordo seguem o mesmo padrão de conexão da figura abaixo.

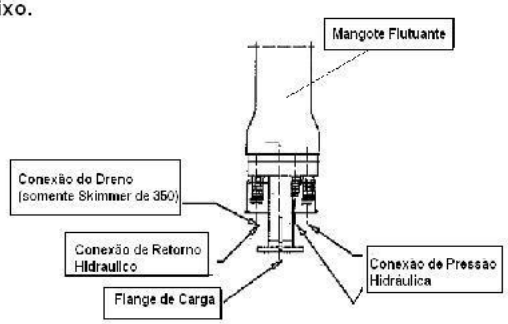
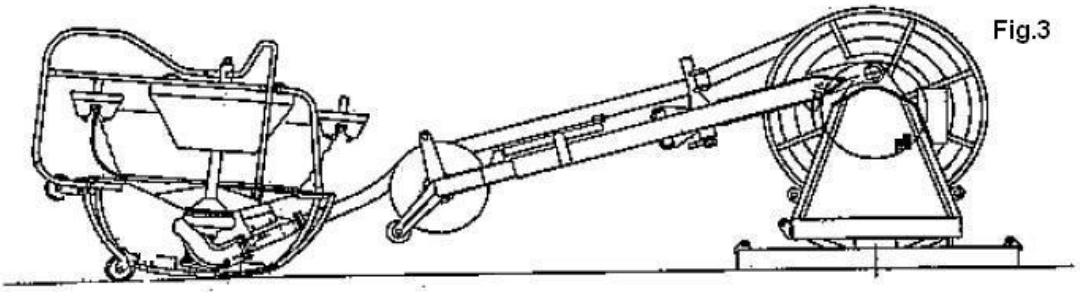


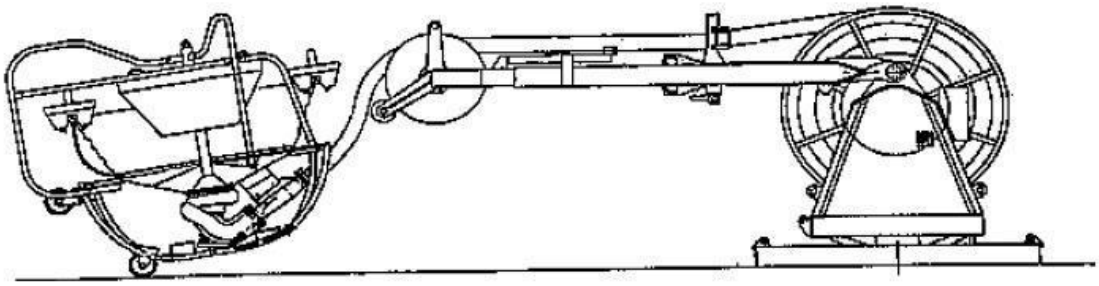
Fig. 2

Fig.3



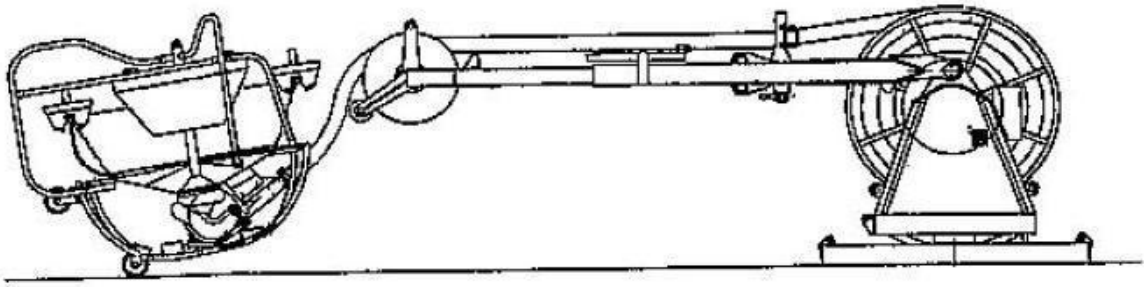
Posição de descanço no do Skimmer no Convés Principal.

Fig.4



Suspenda o braço do Trans-Rec até a posição horizontal.

Fig. 5



Extender o braço telescópico ao máximo de seu comprimento e desenrole o mangote flutuante o suficiente de maneira que o Skimmer mantenha seu nivelamento.

Recolha no máximo até o limite da fita branca delimitadora.

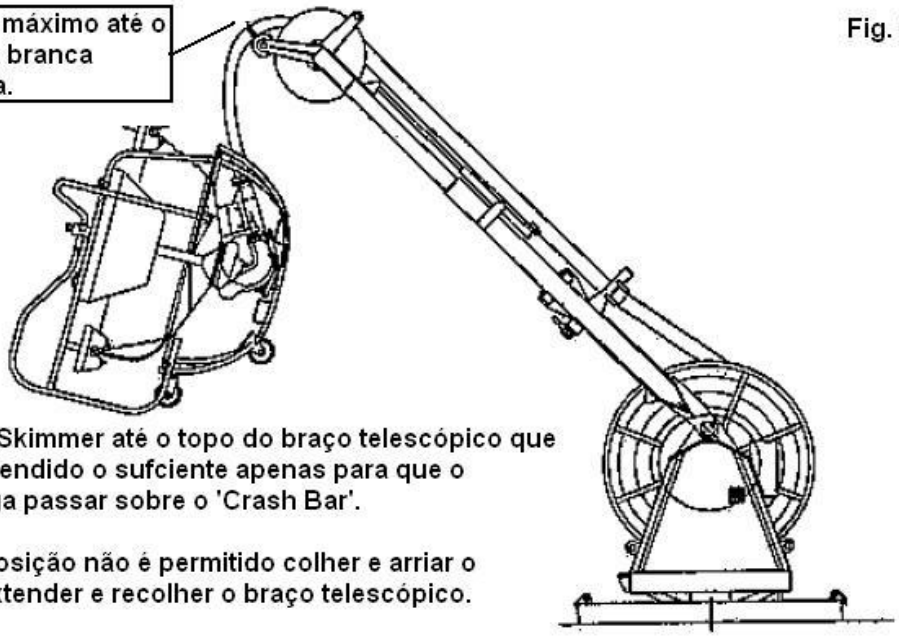


Fig. 6

Suspenda o Skimmer até o topo do braço telescópico que deve estar extendido o sufciente apenas para que o mesmo consiga passar sobre o 'Crash Bar'.

Obs: Nesta posição não é permitido colher e arriar o mangote ou extender e recolher o braço telescópico.

Gire o braço para o mar e abaixe o braço até próximo ao "Crash Bar" nos lançamentos laterais, arrie o Skimmer pagando o mangote flutuante até seu pouso n'água e continue pagando o mangote até que o mesmo flutue dando liberdade para a navegação do Skimmer.

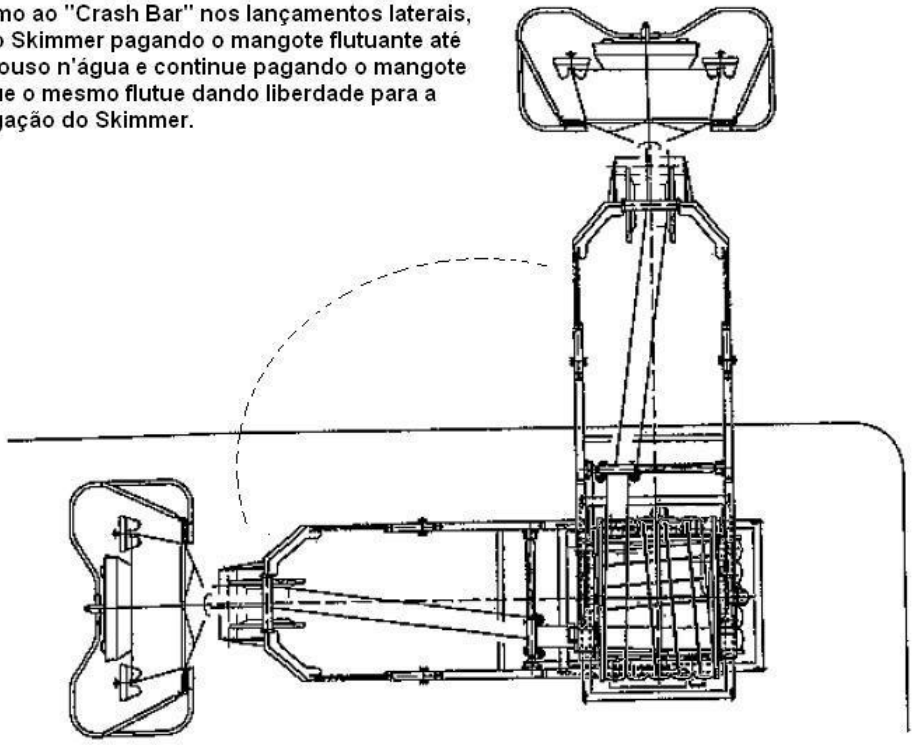


Fig. 7

Desenrole o mangote flutuante até o Skimmer pousar n'água e continue desenrolando para que o Skimmer tenha uma boa área de navegação.

Fig.8

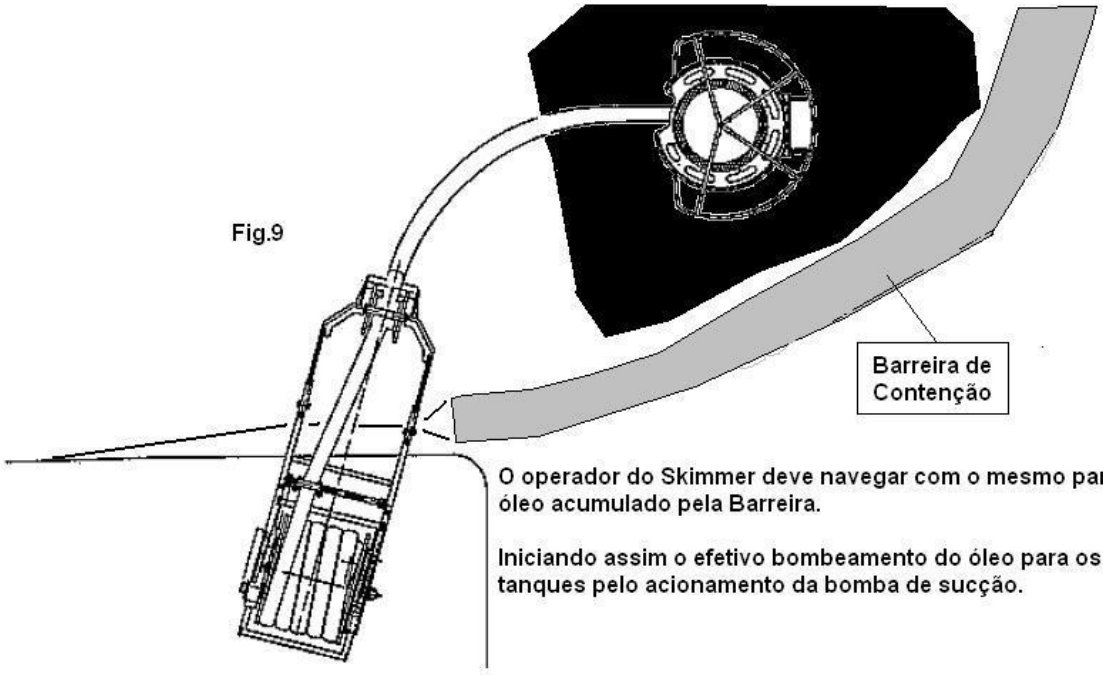


Fig.9

O operador do Skimmer deve navegar com o mesmo para o óleo acumulado pela Barreira.

Iniciando assim o efetivo bombeamento do óleo para os tanques pelo acionamento da bomba de sucção.

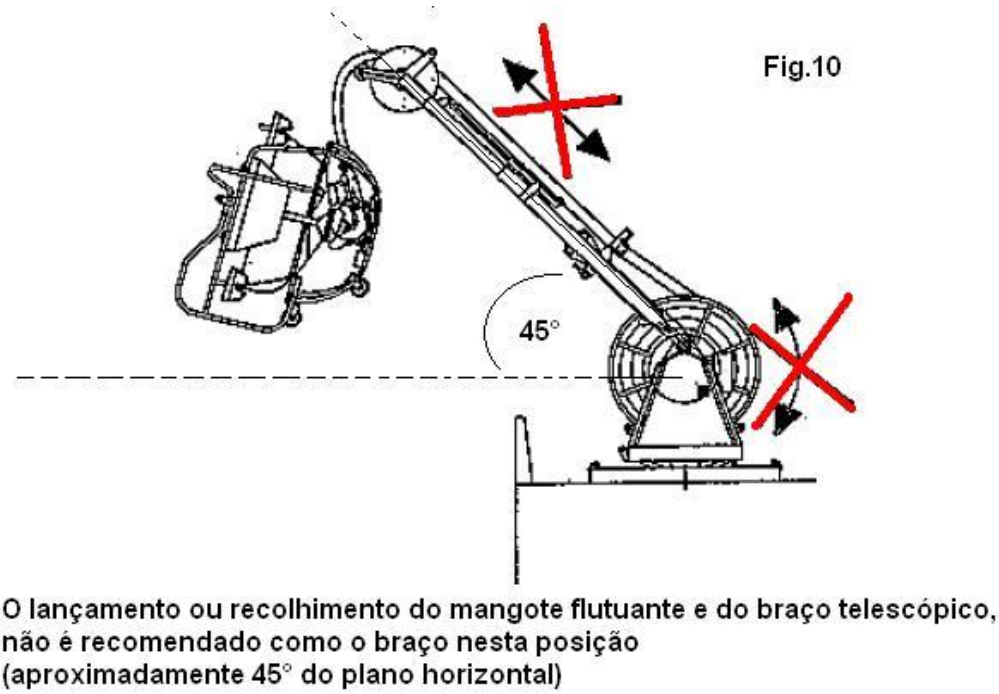


Figura 15: Skimmer

3.6 – MANUTENÇÕES DA BARREIRA

Após o uso do sistema no óleo, a barreira de contenção de óleo deve ser limpa e todos os resíduos de óleo devem ser removidos do tecido PVC. Depois de limpa, a barreira de contenção de óleo deve ser lavada com água do mar antes de ser guardada.

A barreira de contenção de óleo deve ser armazenada sempre embaixo de uma lona, o que protege o tecido da barreira contra luz-UV.

A barreira de contenção de óleo requer pouca manutenção, mas há alguns testes que devem ser executados regularmente para garantir que o sistema será operado adequadamente quando exigido.

TESTE DE ESTANQUEIDADE DO AR

Deve-se realizar teste de estanqueidade de ar a cada 12 meses, testando os espirais e o sistema de enchimento de ar. Estes testes podem ser realizados de acordo com a seguinte descrição, sem implantação da barreira.

Procedimentos de teste

 Fornecer ar comprimido para os sistemas de enchimento de ar do espiral, da mesma maneira de como quando estiver implantando a barreira de contenção de óleo.

 Permitir o aumento de pressão até cerca de 5b nos sistemas de espiral, sendo monitorado pela aplicação do manômetro no kit de peças sobressalentes, instalado na parte externa da barreira.

 Quando o manômetro mostrar a pressão de aproximadamente 5b, as duas válvulas para o sistema de espiral são fechadas. A partir deste momento a pressão cairá até certo ponto. Isto não necessariamente indica um vazamento, mas pode ocorrer pelo fato de os espirais estarem expandidos.

Abra as válvulas e execute o enchimento de ar mais uma vez, até que os manômetros no enrolador e na terminação da barreira de contenção mostrem a mesma pressão. Pare o suprimento de ar e feche as duas válvulas para os espirais.

 Monitore a pressão por um período acima de 30min. A queda da pressão não deve exceder 0.5-1b. Se o vazamento for maior que 1b, a queda da pressão é monitorada por um período maior (2-3 horas) para decidir se é realmente um vazamento ou simplesmente expansão dos espirais.

Se a queda da pressão for maior que 1b dentro de 2-3 horas, pode indicar um vazamento, logo se deve seguir os procedimentos necessários para localizar e reparar o vazamento.

Localização do vazamento

 Durante os procedimentos de localização do vazamento, a barreira de contenção de óleo deve ser inflada e implantada.

 Durante a implantação, um homem faz a inspeção visual na barreira de contenção, enquanto outro homem escuta para um possível vazamento.

 Se não for encontrado nenhum vazamento pela escuta ou visto durante a implantação, a barreira de contenção deve ser implantada na água em toda sua extensão. Deixe aberto o suprimento de ar para os espirais e não conecte o suprimento de ar da câmara. Observe se alguma das câmaras esteja transbordando. Neste caso, é comum que o vazamento esteja em um dos espirais nesta câmara.

 Durante a recuperação da barreira de contenção e óleo, qualquer câmara onde seja detectado o vazamento deve estar aberta. Os espirais e as mangueiras de suprimento de ar devem ser inspecionados e reparados.

INSPEÇÃO DA BARREIRA DE CONTENÇÃO DE ÓLEO

Deve-se realizar um controle visual fechado na barreira de contenção de óleo a cada 12 meses. É particularmente importante inspecionar a barreira, no que diz respeito a rompimento mecânico ou danificação no tecido PVC. É importante que todos os orifícios ou possíveis orifícios na borda livre sejam reparados. E devem-se praticar inspeções durante os exercícios, quando a barreira de contenção for implantada na água.

Inspeção passo a passo

 Após a implantação da barreira de contenção, o ar deve ser evacuado do sistema de anéis abrindo as válvulas para os espirais.

 Infle a barreira de contenção através da mangueira de ar da câmara.

 Pare o suprimento de ar quando a barreira de contenção de óleo estiver toda inflada e mantenha-a em posição com alguma tensão na extremidade externa.

 Se o diâmetro da borda livre for reduzido em qualquer das câmaras de 5 metros, os números nestas câmaras devem ser observados e anotados.

Durante a recuperação da barreira de contenção, as câmaras observadas devem ser inspecionadas para verificar se há buracos e se for detectado algum orifício ou algum orifício em potencial, eles devem ser reparados usando material das peças sobressalentes.

 Todas as conexões rápidas e acoplamentos nas mangueiras devem ser inspecionados pelo menos a cada 12 meses. Devem-se manter as conexões protegidas e lubrificadas para aumentar o tempo de vida antes de uma substituição se for necessária.

LAVAGEM DA BARREIRA DE CONTENÇÃO

Se a barreira de contenção de óleo tiver tido qualquer contato com óleo, deve-se lavá-la por inteiro e todo o óleo deve ser removido.

Precauções antes da lavagem

 A temperatura da água ou de qualquer líquido durante a lavagem não deve exceder 40°C.

 Se a barreira de contenção de óleo for lavada com fluidos de lavagem alcalinos, os mesmos devem ser todo removido na lavagem usando água salgada.

Procedimentos de lavagem

 Vários fluidos de lavagem para material PVC pode ser aplicado na barreira. Um fluido de lavagem comum para as barreiras de contenção é uma mistura de fosfatos, silicatos e 4,5% de hidróxido de potássio, misturado com 10 partes de água. Ao usar fluido de lavagem que

contenha os elementos mencionados, deve-se usar muita água para lavagem de todo o material.

 A melhor maneira de tirar toda a água da barreira de contenção depois de lavá-la é usando água de baixa pressão por uma bomba de incêndio ou algum material similar. Pode-se usar a água com alta pressão em cima do tecido para lavagem, mas não é recomendado, o que pode fazer com que o bico fique muito próximo do tecido da barreira de contenção de óleo.

 Após a limpeza da barreira de contenção de óleo, deve-se lavá-la com água salgada, o que impedirá que restos de água doce permaneçam dentro da borda livre e apodreça-a.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os derrames de óleo podem causar danos à vida marinha e forte impacto econômico nas atividades costeiras, afetando aqueles que exploram os recursos marinhos. Grandes derramamentos de óleo têm sérios efeitos, mesmo que locais e temporários, mas a maior parte do óleo que chega aos oceanos é proveniente de eventos menos agudos – como descargas de rotina de navios, poluição atmosférica e óleo lubrificante descartado em águas pluviais. Um dos métodos de resposta a esses incidentes são as barreiras de contenção e recolhimento de óleo no mar.

Existem vários tipos e modelos de barreiras e recolhimento de óleo no mar, fabricados com diferentes tipos de material. O modo de recolhimento de óleo adotado nesse trabalho foi “skimmers,” que são dispositivos de sucção que flutuam e retiram o óleo da superfície da água.

A demonstração de como operar uma barreira de contenção de óleo no mar foi feita através dos diferentes passos para a correta utilização dos equipamentos.

Antes do lançamento da barreira no mar faz-se necessário uma preparação, através de uma reunião com os tripulantes envolvidos diretamente na operação para melhor coordenação, checagem de equipamentos operacionais e de segurança, com os tripulantes de convés e máquinas pelos respectivos chefes de seção, para extinção de eventuais dúvidas do grupo ou individuais com relação a possíveis mudanças, remanejamentos e planejamento geral dos procedimentos. Após essa checagem dá-se inicio a operação de lançamento, recolhimento do óleo, e por fim, a recuperação da barreira de contenção.

Ao término da operação é importante atentar para a inspeção da barreira de contenção e procedimentos de manutenção e limpeza do equipamento utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.724:2011. Informação e documentação: Trabalhos acadêmicos. Rio de Janeiro, 2011, 15 p.

BRASIL. Lei n° 9.966 de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização de poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Legislativo, Brasília, DF, 29 de abril de 2000.

DECRETO Nº 87.566, de 16 de setembro de 1982. Promulga o texto da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972.

FRAMO TRANSREC 150. Manual de Sistema de Transferência e Recuperação de Óleo. Divisão de Óleo e Gás, 2006.

GERENCIAMENTO VERDE CONSULTORIA. Manual de Recuperação de Óleo e Barreira de Contenção. 2004.

GESAMP. Grupo de Especialistas em Aspectos de Poluição Marinha, 2001. Disponível em: <http://www.oceansatlas.com>. Acesso em: 23 de setembro de 2011.

_____1993. Disponível em: <http://www.oceansatlas.com>. Acesso em: 24 de setembro de 2011.

HIDROCLEAN. Hidroclean Proteção Ambiental. Disponível em: <www.hidroclean.com.br>. Acesso em: 11 out. 2011.

IMO. Organização Marítima Internacional. Código Internacional de Gerenciamento de Segurança e Diretrizes na Implementação do Código ISM – Código Internacional de Segurança para Navios. In: SOLAS. Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar. **Management for the safe operation of ships.** 4a ed. Londres: Edição Consolidada, Publicada pela IMO, 2004.

ITOPF. International Tanker Owners Pollution Federation, 2003. Disponível em: <http://www.itopf.com>. Acesso em: 30 de setembro de 2011.

IMO. Manual Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos. Londres, 1999, 159 p.

OPA. Ato de Poluição por Óleo. USCG – Guarda Costeira Americana, 1990.

MARPOL. **Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar Causada por Navio, 1973/1978**. Londres: Edição Consolidada. Publicado pela IMO, 2002.

MARTINS, Alcídnei Aparecido. **Poluição causada por navios**. Juiz de Fora: Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos. Monografia, 90 p. 2006.

MARKLEEN GROUP COMPANY. Manual do Usuário Uniboom 3000. 41p.

MONTEIRO, Aline Guimarães. **Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo:** O Estudo de Caso do Complexo Reduc-Dtse. Rio de Janeiro, 2003, 293 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético e Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

NEAL, F., "The Ocean Environment: Marine Development Problems and Pollution". In: Cooper, D.E., Palmer, J.A. (eds), *The Environment in Question - Ethics and Global Issues*, London, UK, 1992.

NIHOUL, C. e DUCROTY, J.P., *Impact of Oil on The Marine Environment: Policy of the Paris Commission on Operation Discharges from Off-Shore Industry*, Marine Pollution Bulletin, v.29, n. 6, pp. 323-329, 1994.

OSRV SKANDI YARE. Manual Interno de Operação dos Sistemas de Combate a Poluição por Óleo no Mar. Mimeo, 2008.

SZEWCZYK, Susana Beatriz Oliveira. Processos envolvidos em um derramamento de óleo no Mar. Rio Grande, 2006, 16p. Projeto. (Doutorado em Oceanografia Física). Faculdade de Rio Grande. Universidade Rio Grande. Rio Grande, 2006.

SIVAMAR – Sistema de Vigilância Marítima. *Poluição Marinha por Petróleo [on line]*. Disponível na internet via http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm Acesso em novembro de 2011.

SOLAS. Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar. Londres. Editado pela Organização Marítima Internacional, 2004.