CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS

TURMA 01 – 2015

EVERTON DO CARMO CICILIANO

A MARINHA MERCANTE E A PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE AQUAVIÁRIO

Rio de Janeiro

2015

EVERTON DO CARMO CICILIANO

A MARINHA MERCANTE E A PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE AQUAVIÁRIO

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

Orientadora: Prof. Jarbas Bernardo da Silva

Rio de Janeiro

2015

EVERTON DO CARMO CICILIANO

A MARINHA MERCANTE E A PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE AQUAVIÁRIO

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

Orientadora: Prof. Jarbas Bernardo da Silva.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientadora: Prof. Jarbas Bernardo da Silva.

_____

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL:_____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao apoio da minha família desde sempre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus e a minha família por toda compreensão e dedicação em me apoiar.

RESUMO

Neste trabalho pretende-se mostrar as diversas formas de poluição causadas pelo transporte marítimo, tais como poluição por petróleo, por compostos presentes nas tintas usadas para pintar os cascos dos navios, a água de lastro que leva muitas espécies desconhecidas para diversas partes do mundo, emissões de gases provenientes da queima do combustível, além de outros tipos de poluição que serão citados. Além de não observar somente o fato da poluição, mas também mostrando possíveis soluções que já estão em prática.

O maior objetivo também é mostrar a grande importância do meio ambiente e, em especial, o meio ambiente marinho/aquaviário, onde se inicia o ciclo da água, fonte de alimentação para a população, além de ser um meio para o transporte. O transporte de cargas por esse meio, além de ser mais barato, traz grande aquecimento e crescimento para a economia do país, através de suas importações e exportações. Porém, para continuar com tantos benefícios é necessário conscientização da população para a prevenção e conservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Prevenção. Meio Ambiente, Transporte Aquaviário, Poluição.

ABSTRACT

This work aims to show the various forms of pollution caused by shipping, such as oil pollution, for compounds in paints used to paint the hulls of ships, the ballast water that leads many unknown species to different parts of the world, emissions from fuel combustion, and other types of pollution that are cited. In addition to not only observe the fact of pollution, but also showing possible solutions that are already in place.

The ultimate goal is also to show the great importance of the environment and in particular the marine environment / waterway, where begins the water cycle, power supply for the population as well as being a means of transportation. Cargo transportation by this medium, as well as being cheaper, brings great heating and growth for the country's economy, through its imports and exports. But to continue with so many benefits is necessary public awareness for the prevention and environmental conservation.

Keywords: Prevention. Environment. Waterway transport. Pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1 - Reservatório de petróleo 13
Figura 2 - *Exxon Valdez* (Derramamento de óleo) 18
Figura 3 - Tempo e fatores que agem na intemperização do óleo 19
Figura 4 - Exemplo de *Macrofouling* 28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....10
1.1 Tema Abordado.....11
1.2 Problema.....11
1.3 Objetivo Geral.....11
1.4 Objetivos Intermediários.....11
1.5 Metodologia.....12
1.6 Delimitação.....12
2 POLUIÇÃO POR PETRÓLEO.....13
2.1 Formação, acumulação e prospecção do petróleo.....13
2.2 A utilização do petróleo.....14
2.3 Acordos para a prevenção da poluição.....15
2.4 Áreas especiais.....16
2.5 Acidentes.....17
2.6 Decomposição e desintegração do óleo derramado.....19
2.7 Efeitos de um derramamento.....21
2.7.1 Aves marinhas.....22
2.7.2 Peixes e Atividades Pesqueiras.....22
2.7.3 Manguezal.....23
2.7.4 Consequências econômicas.....23
2.8 Métodos aprovados para retirada de bordo de poluentes marinhos.....24
2.8.1 Técnicas de limpeza.....24
2.8.2 Barreiras de Contenção e Skimmers.....25
2.8.3 Dispersantes químicos.....25
2.8.4 Queima In-Situ.....26
3 POLUIÇÃO POR TINTAS ANTI INCRUSTANTES.....27
3.1 O desenvolvimento de incrustações.....27
3.2 O uso de Anti incrustantes no controle do desenvolvimento de organismos marinhos.....28
3.3 Um Anti-incrustante ambientalmente preferível.....29
4 POLUIÇÃO POR ÁGUA DE LASTRO.....31
4.1 A água de lastro e sua utilização.....31
4.2 Água de lastro: invasores biológicos.....32
4.3 Gerenciamento da água de lastro.....33
4.4 Troca oceânica da água de lastro em alto-mar.....34
5 POLUIÇÃO CAUSADA POR RESÍDUO SÓLIDO/LIXO.....35
5.1 Definição.....35
5.2 Resíduos Sólidos.....35
5.3 A coleta de resíduos sólidos.....36
5.4 Precauções a serem tomadas para prevenir a poluição do meio ambiente marinho.....36
6 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....37
6.1 Medidas para reduzir os poluentes do ar e as emissões de gases e de efeito estufa....39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....41
REFERÊNCIAS.....42

1. INTRODUÇÃO

A poluição pode ser compreendida como a introdução no ambiente de energia e/ou matérias sólidas, líquidas e/ou gasosas em quantidade maior do que a capacidade ambiental de absorção e depuração daquelas, acarretando mudanças nas características físico-químicas ou biológicas do meio e danos à saúde humana e dos demais organismos (PIRES, 2010. p.07).

Já de acordo com a Lei n. 6.938, de 31 de julho de 1981, Art 3º, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, a poluição é definida como sendo a:

> "[...] degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades socioeconômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos". (Constituição Brasileira, 1981).

A cada minuto, os efeitos nocivos das ações humanas contra a natureza começam a se tornar cada vez mais visíveis, provocando revisões científicas (estudos mais aprofundados através de pesquisa em livros sobre leis, como por exemplo o livro Legislação e direito ambiental do autor Jossan Batiste) para uma melhor compreensão das leis que regem o universo. Aos poucos, esse conhecimento tem se tornado de domínio de todos, dando início a uma progressiva consciência de que os recursos naturais não são ilimitados e que possuem características próprias, que precisam ser levados em consideração. A discussão em torno do conceito de desenvolvimento sustentável levou as sociedades a refletirem sobre os limites ambientais impostos a certas atividades humanas. A vida não é possível sem ar puro para respirar, água suficiente e adequada para beber, uma atmosfera que nos proteja e solos e clima que nos permita colher.

Dentre os mais graves problemas ambientais, podemos destacar as alterações climáticas, a destruição da camada de ozônio, as chuvas ácidas, a escassez e a poluição dos recursos hídricos, a degradação e a contaminação dos solos, a produção excessiva e a incorreta destinação final dos resíduos

sólidos e dos dejetos industriais e a perda da biodiversidade. Esses problemas só serão observados, medidos ou sentidos pela população, porque se tratam de uma poluição que se acumula, cujos efeitos sós serão sentidos em longo prazo.

No entanto, a maior preocupação é a proteção, preservação e manutenção do meio ambiente no qual vivemos.

1.1 Tema Abordado

Poluição do meio ambiente aquaviário.

1.2 Problema

Como otimizar a prevenção do meio ambiente.

1.3 Objetivo Geral

Analisar formas de reduzir a poluição causada pelo transporte marítimo.

1.4 Objetivo Intermediário

- Descrever formas de poluição causadas pelo transporte marítimo;
- Identificar erros que geram poluição;
- Explicar práticas que permitem reduzir a poluição causada pelo transporte marítimo.

1.5 Metodologia

A pesquisa será efetuada com base em dados já existentes através da bibliografia sobre poluição ambiental no ambiente marítimo.

Através de pesquisas mais aprofundadas vamos extrair conceitos para discutir a melhoria do meio ambiente aquaviário, onde existe um número excessivo de embarcações, alto índice de tráfego e uma grande concentração de produtos químicos que geram poluição.

Esta pesquisa entra nesta definição porque a legislação já existente e as novas normas que devemos colocar em prática dão uma orientação a seguir, pois só assim poderemos sugerir uma nova visão e propor formas de implementar novas condutas das pessoas que ali trabalham.

Desta forma, não será apenas uma descrição, mas também uma explicação sobre o assunto proposto.

1.6 Delimitação

Através deste trabalho, abordaremos sobre a proteção do meio ambiente aquaviário. O objetivo é mostrar onde se inicia o ciclo da água, as fontes de alimentação para a poluição, discutir a problemática da água de lastro, mostrar o uso de tintas anti-incrustantes ambientalmente correto até mostrar algumas soluções para minimizar a poluição.

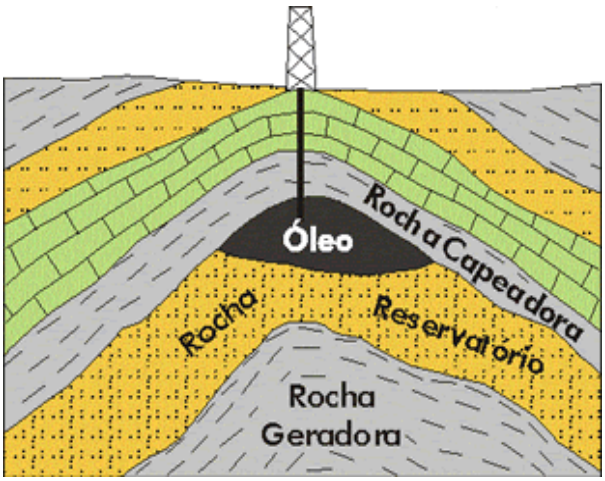
Uma visão geral baseada na bacia de campos, na qual o problemas vem ocorrendo há alguns anos. Para isso, vamos abordar pesquisas de até 10 anos atrás.

2. POLUIÇÃO POR PETRÓLEO

2.1 Formação, acumulação e prospecção do petróleo

A formação do petróleo ocorre em depressões da crosta terrestre após o acúmulo de sedimentos trazidos pelos rios das partes mais elevadas, ao seu redor, em ambiente aquoso. Dentre tantas teorias existentes para explicar a origem do petróleo, a mais aceita, atualmente, é a de sua origem orgânica, onde, o petróleo como o gás natural são combustíveis fósseis, da mesma forma que o carvão. Sua origem se dá a partir de matéria orgânica, animal e vegetal (principalmente algas), soterrada pouco a pouco por sedimentos caídos no fundo de antigos mares ou lagos, em condições de ausência de oxigênio, que, se ali existisse, poderia destruí-los por oxidação. Entretanto, a matéria orgânica desses tecidos passou por drásticas modificações, devido à temperatura e à pressão causada pelo soterramento prolongado, de modo que praticamente só restaram o carbono e o hidrogênio, que, sob condições adequadas, combinaram-se para formar o petróleo ou gás. A figura 1 nos mostra um perfil da formação do petróleo.

Figura 1 - Reservatório de petróleo



Fonte: petrogasnews.wordpress.com (2015)

Ele é decorrente de uma mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos que são, quantitativamente, os mais importantes constituintes, podendo ser divididos em três partes: alinfáticos, alicíclicos e aromáticos. É um importante recurso natural e quando refinado é usado na fabricação de materiais sintéticos como plásticos, na construção e nas estradas, porém sua maior utilização é, sem dúvida, na produção de energia.

2.2 A utilização do petróleo

É um produto da natureza de imensa importância para nossa vida cotidiana. Palavra que de acordo com a língua portuguesa significa “óleo de pedra”. Este começou a ser usado por povos antigos na construção de seus palácios, e até para o preparo de seus barcos; isso aconteceu a mais de 3000 anos atrás. A Bíblia também nos traz referências...o líquido era utilizado por hebreus para acender fogueiras, nos altares onde eram realizados sacrifícios, por Nabucodonosor, que pavimentava estradas na Babilônia, pelos egípcios na construção de pirâmides e conservação de múmias, além do uso como combustível para iluminação por vários povos. Os gregos e romanos embebiam lanças incendiárias com betume, para atacar as muralhas inimigas. Supõe-se que o líquido citado representava resíduo de petróleo encontrado em surgências na superfície. Mais tarde, quando surgiram os primeiros automóveis, o petróleo passou ser uma fonte de energia de grande importância.

Também conhecido por "ouro negro", é consumido em todo o mundo, principalmente pelos países mais desenvolvidos. É a fonte mais barata de obtenção de energia e por conta de um elevado consumo mundial tem garantido avanços tecnológicos na área de exportação e produção em locais cada vez mais longe da costa.

A procura por essas reservas de petróleo, ao longo de plataformas continentais, tem sido realizada em águas cada vez mais profundas, onde o petróleo cru e seus derivados são transportados por um número crescente de navios e oleodutos. Com a abertura do setor petrolífero nacional, notamos um salto na produção de petróleo e seus derivados, contribuindo para o aumento da

carta de exportações brasileiras, ao mesmo passo que o aumento do consumo interno exigiu, por sua vez, um acréscimo da importação de modalidades de petróleo deficitárias de produção no território brasileiro, notadamente os óleos de classificação leves e médios. Somados a esse aumento de exportações e importações, observamos também uma elevação no número de acidentes ocorridos pela má operação de embarcações que transportam petróleo e seus derivados.

Como resultado dessas atividades, o derramamento de óleo se mostra como uma ameaça à preservação e manutenção da saúde dos oceanos, porque é neste ambiente que ocorre a maior parte do transporte e desembarque do petróleo no mundo; assim essas atividades aumentam a probabilidade de acidentes com tais produtos. Estes acidentes ambientais causam diferentes tipos de impactos em vários ecossistemas marinhos mundiais através de eventos críticos de contaminação. A poluição a que nos referimos é causada por hidrocarbonetos e produtos perigosos. É provinda de acidentes marítimos tais como afundamentos, encalhes, abalroamentos de petroleiros e de outros navios que transportam hidrocarbonetos e mercadorias próprias. Pode ser resultado de despejos de hidrocarbonetos provindos de: lavagem dos tanques de petroleiros, lavagem dos tanques de combustíveis, despejos de lastro, resíduos de combustíveis e outros.

2.3 Acordos para a prevenção da poluição

No campo internacional temos a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (Convenção de Montego Bay, 1982), ratificada por 138 países, em que a definição de poluição marinha engloba a introdução de substâncias no meio marinho, provocando efeitos nocivos aos recursos vivos e à vida marinha. Concebida em 1948, a IMO – Organização Marítima Internacional, agência especializada das Nações Unidas, é responsável pela melhoria da segurança e proteção do ambiente marinho, com poderes para elaborar convenções internacionais a este respeito.

Em 1973, a IMO elaborou a Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição de Navios, modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78), considerada a principal convenção a respeito da prevenção de poluição do meio ambiente marinho causado por navios.

Já em 1992, foram aprovadas a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Petróleo e a Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo Internacional para Compensação por Danos Gerados por Poluição Causada por Petróleo. Este fundo, gerido com recursos provenientes de contribuições de todos aqueles que transportam petróleo e derivados em águas internacionais, determina as quantias máximas a serem disponibilizadas por ocasião de poluição marinha, e sua utilização para salvaguardar as águas internacionais, patrimônio das gerações futuras, conforme enunciado na Convenção de 1982, pelo qual pretendemos defender a sua utilização para a recuperação de áreas de alto-mar atingidas por danos ambientais.

2.4 Áreas especiais

De acordo com a Convenção MARPOL, área especial é qualquer área do mar em que por razões técnicas reconhecidas por suas condições oceanográficas e ecológicas e pela natureza particular de seu tráfico, é necessária a adoção de métodos especiais com a finalidade de prevenir a poluição do mar.

É importante enfatizar que o tamanho do vazamento não nos mostra sua capacidade de causar danos. Um pequeno acidente pode causar grandes danos em ambientes de muita sensibilidade; o tipo de produto de petróleo ou derivado usado pode afetar a gravidade do dano causado. As conhecidas “marés negras” resultantes de grandes derrames proveniente de acidentes são a face mais mediata e as suas consequências são conhecidas de todos: as imagens de aves cobertas de óleo são tristes ex-libris do século XX, bem como os nomes de navios associados a esses desastres. De acordo com o anexo I da Convenção MARPOL são reconhecidas como áreas especiais: área do Mar Mediterrâneo

(inclusive os Golfos e mares nele existentes), área do Mar Báltico, área do Mar Negro, área do Mar Vermelho (inclusive o Golfo de Suez e de Acaba), área dos Golfos, área do Golfo de Áden (localizada entre o Mar Vermelho e o Mar Arábico), área da Antártica, águas do Noroeste da Europa e a área de Omã, do Mar Arábico.

2.5 Acidentes

É impossível prever a dimensão e a magnitude de qualquer vazamento e como era de se esperar derramamentos de tanques são mais frequentes nas áreas costeiras. Vários casos de derramamento de petróleo foram estudados para analisar os possíveis danos que eles causaram aos ambientes afetados por estes eventos, bem como animais e plantas.

O caso de poluição por petróleo que melhor foi estudado é o incidente do navio tanque “Torrey Cânion”, ocorrido em 1967 no sul da Inglaterra. Sem dúvida os animais mais afetados foram os pássaros (cerca de 30.000 mortes); espécies que passam muito tempo na superfície do mar foram especialmente atingidas, assim como patos, pingüins e invertebrados.

No sul do Alasca, em 1989, ocorreu o incidente de derramamento “Exxon Valdez”, mostrado na figura 2. Devido à ação das ondas e microorganismos, a quantidade de óleo nas superfícies das rochas e praias foi se reduzindo com o passar dos anos. Entretanto, o derramamento de óleo do petroleiro, que aconteceu há 17 anos, ainda ameça a vida selvagem no Alasca.

Figura 2 - Exxon Valdez (Derramamento de óleo)

Fonte: greenpeace.org/brasil (2015)

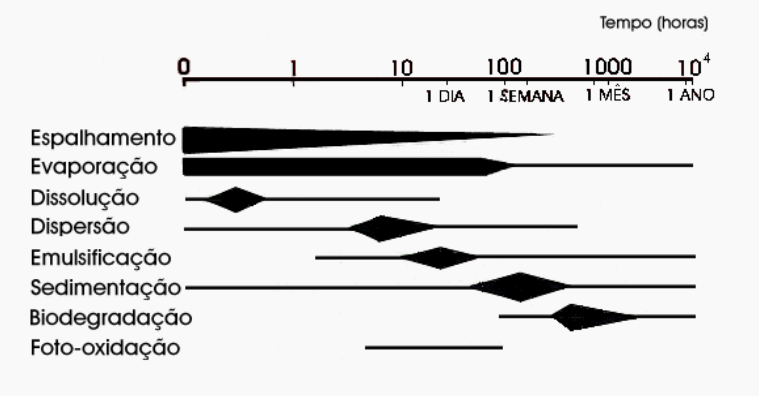
Em 1979, houve o maior acidente ambiental decorrente de uma plataforma semi submersa, localizada à 80km da costa leste do México. Oito dos onze tanques de bordo foram danificados o que acrescentou uma variável a mais: O risco eminente do navio quebrar e afundar. O vazamento atingiu mais de 1.100 milhas náuticas de praias (aproximadamente 2.000 Km), costões rochosos, etc; tornando este acidente o maior e mais devastador já ocorrido em águas americanas.

De todos os acidentes mais recentes, o petroleiro “Érika” que afundou na costa da França em 1999 derramando aproximadamente 30 mil toneladas de óleo pesado e o “Prestige” que afundou em 2002 na costa da Espanha levando consigo mais de 77 mil toneladas de carga. Esses dois acidentes nos alertaram para a grandeza dos danos gerados ao meio ambiente em caso de derramamento de petróleo. Surgiu assim à oportunidade de analisar a quem compete à segurança e proteção do meio ambiente na região do alto-mar .

2.6 Decomposição e desintegração do óleo derramado

Quando temos o derramamento, o petróleo entra em contato com a água, vários processos físico-químicos e biológicos chamados conjuntamente de intemperismo, ocasionam sua decomposição e desintegração. A taxa destes processos é influenciada pelas condições de mar e vento, sendo que é mais efetiva nos primeiros períodos do derrame. Existem alguns processos que poderão ocorrer, dentre eles podemos citar: espalhamento, evaporação, dissolução, dispersão, emulsificação, foto-oxidação, sedimentação e biodegradação do petróleo. Todos estes processos dependem das condições climáticas e do tipo de petróleo. A figura 3 demonstra esquematicamente cada um dos processos mencionados, o tempo de duração de cada um e sua intensidade .

Figura 3- Tempo e fatores que agem na intemperização do óleo



Fonte: ppegeo.igc.usp.br (2015)

O espalhamento é um processo físico que ocorre na interface água - ar e é caracterizado pela formação de um filme superficial, quanto mais leve for o óleo melhor será seu espalhamento. Os fatores que influenciam no espalhamento em derrame de óleo são tensão superficial, peso específico e densidade.

A evaporação é a transferência de hidrocarbonetos na forma líquida para a gasosa, sendo este um dos primeiros processos de remoção do óleo derramado. 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).

A solubilização ou dissolução, como nos dois processos anteriores, ocorre com maior intensidade nas primeiras horas após o derramamento e tende a ser mais efetiva para compostos com menor peso molecular, pois são mais solúveis do que as frações mais pesadas.

A emulsificação é caracterizada pela agregação e pelo aumento de peso e volume de partículas.

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 sozinha 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 um têm maior tendência à sedimentação. Uma vez sedimentado, os processos de degradação do óleo são drasticamente reduzidos.

A biodegradação é a degradação do óleo por bactérias e fungos naturalmente presentes no mar. 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 abundantes 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.

2.7 Efeitos de um derramamento

Um dos maiores casos de poluição são, sem dúvida, aqueles causados por petróleo ou combustíveis pesados provindos de tanques sem capacidade, plataformas furadas no mar, navios, embarcações, oleodutos danificados ou explosões de poços. A utilização do petróleo pode causar diversos tipos de impactos ao meio ambiente, e mais especificamente ao ambiente marinho, destruindo habitats de espécies e causando declínio de suas populações. O perigo é proveniente desde o processo de extração até o consumo, passando pelo transporte que é o principal poluidor por vazamentos em grande escala de navios petroleiros. O impacto ambiental causado pela introdução de poluentes no mar depende não apenas do volume e composição do material despejado como também da localização geográfica, variáveis oceanográficas, biológicas, meteorológicas, dentre outras.

No caso de um derramamento de óleo, as características físico-químicas do material influenciam nos efeitos gerados. Portanto, derramamentos em regiões com alta influência das correntes marítimas podem se deslocar para mar aberto, o que facilita o processo de dispersão natural do óleo, enquanto que em regiões onde essa influência é menor, como baías, canais, enseadas, estes processos são mais lentos, causando impactos e desastres que podem durar anos. Os impactos sobre a comunidade marinha são dos mais variados, vão desde a mortandade de espécies por sufocamento aos efeitos da contaminação; afetam também aos plânctons, moluscos, crustáceos, aves e mamíferos, podendo até mesmo causar o desaparecimento de espécies mais sensíveis e provocar mudanças nas comunidades marinhas.

A fixação dos hidrocarbonetos nos sedimentos prolonga os efeitos da poluição por vários meses ou até mesmo por vários anos após o derramamento, causando assim grandes impactos sociais, econômicos (no turismo, atividades recreativas, pesca, indústrias, etc).

Considerando a sensibilidade ambiental da área afetada. Em áreas costeiras, onde a profundidade e distância da costa são menores, os impactos relativos ao derramamento de óleo são extremamente relevantes, pois tendem a se manifestar com mais força do que em áreas mais profundas. Não se pode

esquecer das atividades *offshore*, que também representam grandes riscos de poluição por derramamento nas fases de perfuração e produção. Essas atividades implicam em impactos adicionais a da atividade de transporte, como por exemplo, os resultantes de fluidos e cascalhos na fase de perfuração. Os critérios para avaliação dos impactos decorrentes de um derramamento das atividades *offshore* são os mesmos para os de transporte, devendo ser considerado tipo de óleo, condições climáticas e as áreas afetadas, abrangendo também os impactos socioeconômicos. Os efeitos do óleo na vida marinha são o abafamento, e a contaminação física ou química das espécies

2.7.1 Aves marinhas

As aves são uma das espécies mais vulneráveis quando ocorre o derramamento em ambientes costeiros, sendo elas totalmente cobertas por óleo, o que pode resultar em perda de temperatura do corpo, perturbações na locomoção, ou em morte por asfixia. As aves que mergulham para se alimentar ou que passam grande parte do tempo sobrevoando o mar são as mais afetadas.

2.7.2 Peixes e Atividades Pesqueiras

A contaminação por óleo torna os peixes impróprios para o consumo. A mortandade dos peixes se dá por intoxicação e falta de oxigênio na superfície, e no fundo, os peixes morrem por se alimentarem dos resíduos que afundam. Assim passam a não ser mais negociados, trazendo grandes prejuízos à comunidade pesqueira tanto da modalidade oceânica como da litorânea. Com isso, famílias de pescadores acabam perdendo sua fonte de renda e sustento.

2.7.3 Manguezal

Os manguezais são mais complexos e tendem a resistir mais às perturbações ambientais. No entanto, um acidente de grandes proporções ocasionaria altas taxas de mortalidade das espécies dos manguezais, as quais se recuperariam, naturalmente, somente após um longo período de tempo. Quando um derramamento de óleo chega a um manguezal, as raízes ficam completamente impermeabilizadas, fazendo com que as árvores fiquem incapazes de absorver oxigênio e nutrientes. Os vegetais perdem as folhas e ficam incapacitados de realizar a fotossíntese. Alguns animais que habitam esses ecossistemas morrem em poucos dias por não poder respirar, enquanto outros se intoxicam aos poucos ao comerem folhas e outros seres contaminados. A resposta do manguezal a um acidente dependerá do tipo de óleo e da espessura da camada de óleo, entre outros fatores. Apesar de serem considerados capazes de recuperar o solo e a água de regiões afetadas por acidentes envolvendo derramamento de petróleo, a perda acentuada de folhas e brotos pode não conseguir ser compensada pela produção de novas folhas.

2.7.4 Consequências econômicas

A atividade pesqueira é muito afetada após um derramamento de óleo devido à grande mortandade dos peixes que seriam sua única fonte de sustento. A contaminação de uma área afeta muitas atividades além da pesca como, por exemplo, o turismo, as indústrias que são supridas pela água do mar, as estações de energia situadas próximo da costa e atividades como natação, mergulho e navegação. A limpeza de áreas atingidas pela “maré negra” é de elevado custo, gerando prejuízo às empresas envolvidas e ainda oferece grande risco à saúde pública, uma vez que podem ocorrer explosões, incêndios ou intoxicação. Existem muitas outras formações que podem ser atingidas por um desastre, como as formações rochosas, lagoas costeiras e praias arenosas,

cujos impactos são de extrema relevância, tendo em vista as perdas, que podem ser irreparáveis se as técnicas de limpeza não forem utilizadas corretamente.

2.8 Métodos aprovados para retirada de bordo de poluentes marinhos

Quando ocorre derrame de óleo em corpos hídricos, podem ser tomadas medidas tais como contenção, recolhimento, queima ou aplicação de dispersantes sobre o produto derramado.

Os equipamentos devem ser operados por pessoal treinado e com uso de proteção individual.

Sempre que ocorre um derrame de óleo, além do impacto ambiental há também o risco de combustão, dependendo das características do produto, concentração de gases, quantidade e o local do vazamento. Portanto, as medidas de prevenção de incêndio devem ser tomadas sempre que ocorrer um vazamento de hidrocarboneto a bordo ou no mar.

Resíduos oleosos e resíduos sólidos, são armazenados provisoriamente a bordo, e destinados para terra, através de empresas credenciadas pelos órgãos ambientais para recebimento, transporte e destinação de resíduos.

Todo descarte de resíduos deve ficar registrado a bordo, para inspeção e apresentação futura, se necessário. No registro deve constar o tipo de resíduo, a quantidade, data, local, transportador e destino final.

2.8.1 Técnicas de limpeza

Hoje em dia existem várias técnicas e equipamentos para combater, conter e recuperar um derramamento de óleo no mar. Materiais absorventes somente são usados para limpeza no estágio final. Se o óleo chegar à costa, a limpeza no local também será necessária. A seguir, as principais técnicas de limpeza em caso de derramamento de óleo.

2.8.2 Barreiras de Contenção e "Skimmers"

As barreiras de contenção tem como finalidade, 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 socioeconômico. O uso de barreiras para conter e concentrar o óleo flutuante e sua recuperação através de “skimmers”, normalmente é visto como a solução ideal para remover o óleo derramado no ambiente marinho. Mas, infelizmente, o método vai de encontro à tendência natural do óleo que é de se espalhar conforme a influência de ventos, ondas e correntes. Em águas agitadas um grande derramamento de um óleo de baixa viscosidade pode se espalhar por vários quilômetros em poucas horas. 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.

2.8.3 Dispersantes Químicos

São formulações químicas de natureza orgânica que visam misturar o petróleo na água sob forma de pequenas gotículas que facilitam a biodegradação pela flora e fauna, devido à diminuição da relação volume/superfície entre óleo e água, acelerando o processo de autodepuração (*processo* natural de recuperação de um corpo de água que recebe lançamentos de material biodegradável). São constituídos por ingredientes ativos, denominados surfactantes, e por solventes da parte ativa que permitem a sua difusão no óleo. Os dispersantes são potencialmente aplicáveis em situações de derramamento de óleo, porém só deverão ser utilizados se resultarem em prejuízo ambiental menor quando comparado por um derrame sem qualquer tratamento, ou se outra medida adicional à contenção não for eficaz. O uso de dispersantes químicos pode evitar a chegada do óleo em locais de maior relevância ecológica /

econômica, visando a proteção de recursos naturais e socioeconômicos sensíveis como os ecossistemas costeiros e marinhos.

2.8.4 Queima *In-Situ*

É o processo de queima do óleo derramado no mar, no local ou próximo ao derramamento. 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.

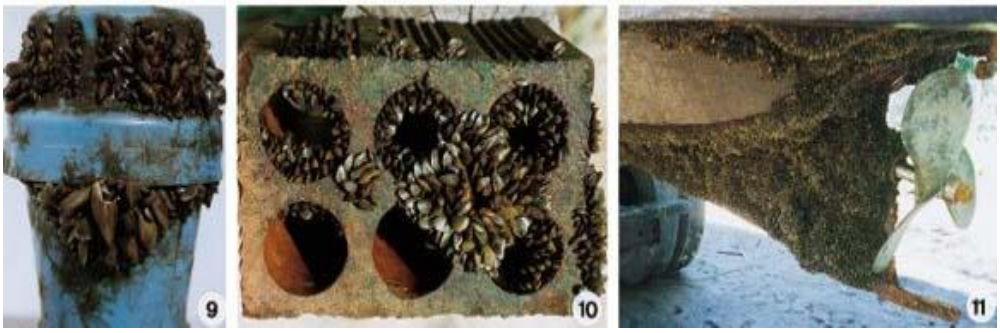
3. POLUIÇÃO POR TINTAS ANTI INCRUSTANTES

3.1 O desenvolvimento de incrustações

Os pesticidas químicos em geral agem interferindo nas funções orgânicas dos organismos. São usados para controlar uma grande variedade de organismos, sendo os mais comuns os insetos (inseticidas), plantas (herbicidas) e microrganismos (desinfetantes). Outros pesticidas são usados no controle de algas (algicidas), roedores (raticidas), peixes (piscidas), fungos (fungicidas), caracóis e outros moluscos (moluscicidas) e aves (avicidas). Como os cascos dos navios estão permanentemente na água, haverá o crescimento de organismos marinhos, o que levará a uma grande resistência hidrodinâmica na embarcação, como mostra a figura 4. Estes organismos indesejáveis são eliminados e controlados com o uso de pesticidas. Entre os pesticidas mais conhecidos podemos citar os organoclorados (ex. DDT, mirex, dieldren e aldrin), os organofosforados (ex. malation, paration, clorpirifós) e os herbicidas derivados do cloro fenol.

Grande quantidade de limo cresce no casco abaixo da linha da água. A formação desse limo aumenta a resistência e assim diminui a velocidade máxima. De fato, uma camada de limo de apenas 1mm pode aumentar a resistência em 80% e acarretar uma perda de velocidade de cerca de 15%. A tinta anti-incrustantes é colocada nos cascos dos navios para evitar o ataque de organismos incrustantes como mexilhões e algas, cracas. Essa tinta se desgasta após um período de tempo; isto ocorre devido ao contato com a água do mar, resultando em novas incrustações e na diminuição significativa da eficiência operacional com consequente aumento nos custos e gastos, devido, principalmente, ao aumento no consumo de combustível. Outros custos também ocorrem quando as embarcações são levadas a docas secas para fazer a limpeza do casco, perdendo tempo que poderia ser usado no transporte de mercadorias.

Figura 4 - Exemplo de *macrofouling*



Fonte: planetasustentável.abril.com.br (2015)

3.2 O Uso de Anti incrustantes no controle do desenvolvimento de organismos marinhos

Também conhecidos por pesticidas, os anti incrustantes tem por finalidade inibir a fixação e o desenvolvimento de organismos marinhos nos cascos das embarcações, que são normalmente tratados com compostos químicos. Estes compostos conhecidos como anti-incrustantes, geralmente são misturados na tinta com que o casco é pintado. Em 1961, foi desenvolvida a primeira tinta que continha um composto organoestânico como biocida, que foi aplicado nos cascos das embarcações; essas tintas proporcionam mais de cinco anos de proteção. Esses compostos organoestânicos, em particular o óxido de tributilestanho (TBTO), são muito efetivos, e foram utilizados como anti-incrustantes durante muitos anos. O TBTO atua fazendo com que haja a liberação gradual do biocida no casco, matando assim os organismos incrustantes que estão na área vizinha.

Embora os compostos organoestânicos sejam eficientes anti-incrustantes e tenham propiciado uma economia de bilhões de dólares para a indústria da navegação, devido à redução no consumo de combustível e do tempo de doca seca, foi descoberto, na década de 1980, que o TBTO e outros anti-incrustantes organoestânicos possuem um tempo de meia vida, ou seja, sua permanência no meio ambiente é relativamente longo (tempo de meia vida na água do mar

superior a seis meses). Assim, grandes concentrações destes compostos podem ser encontradas tanto em sedimentos marinhos como na água, e eles tendem a bioconcentrar nos organismos marinhos. Como resultado da bioconcentração, não é raro que a concentração de TBTO nos organismos marinhos seja 10^4 vezes maior do que na água à sua volta. Os organoestânicos, além de serem poluentes persistentes, também apresentam toxicidade crônica à vida marinha e pode entrar na cadeia alimentar. Em particular, o TBTO causa deformação nas conchas de ostras e mudança de sexo em lesmas. Além disso, o sistema imunológico em golfinhos, peixes e outros organismos marinhos podem ser comprometidos, em função da bioconcentração de compostos organoestânicos. Por causar esses problemas ambientais, os anti-incrustantes organoestânicos estão sendo banidos mundialmente, com o apoio da IMO (Organização Marítima Internacional), que baniu a aplicação dos organoestânicos como agentes anti-incrustantes desde 1° de janeiro de 2003.

3.3 Um Anti incrustante ambientalmente preferível

Durante alguns anos de estudos tem-se feito grandes esforços para desenvolver anti-incrustantes que sejam menos prejudiciais ao ambiente, porém de mesma eficiência que os organoestânicos. Estes compostos devem degradar no ambiente rapidamente, serem tóxicos apenas aos organismos a que são dirigidos e resultar em bioconcentração mínima, entre outros.

A empresa Rohm and Haas conseguiu um dos avanços mais importante na área de anti-incrustantes com o desenvolvimento do "SEA-NINE" 211. A importância ambiental da descoberta do "SEA-NINE" 211 pela Rohm and Haas foi reconhecida em 1996. O "SEA-NINE" 211 ganhou o prestigiado Prêmio Presidencial Desafios em Química Verde na categoria “desenvolvimento de produtos químicos menos tóxicos que as alternativas atuais”.
O "SEA-NINE" 211, também conhecido por DCOI, atua mantendo um ambiente hostil aos organismos marinhos. Quando esses organismos se fixam no casco (tratado com DCOI), as proteínas na região em contato com o casco reagem com a DCOI. A reação com DCOI impede o uso destas proteínas para outros processos metabólicos. O organismo então se desgruda e procura uma

superfície mais favorável para o seu desenvolvimento, reduzindo assim o risco ambiental. O ingrediente ativo do "Sea–Nine", por necessidade apresenta toxicidade aguda a uma grande variedade de organismos marinhos. A DCOI mostrou-se ativa contra algas e diatomáceas e a larvas, porém o risco ambiental da DCOI é pequeno, pois apenas os organismos em contato com o casco do navio são expostos ao DCOI em níveis tóxicos. Embora a DCOI seja estável enquanto parte da pintura de uma embarcação, quando ele é liberado lentamente do casco, ele se degrada rapidamente ao entrar em contato com a água do mar a compostos que são, essencialmente, não tóxicos. Essa decomposição é promovida por microrganismos naturalmente presentes na água do mar. O tempo de meia vida da DCOI na água em pH 7 é superior a 720 horas, enquanto que na água do mar natural o tempo de meia vida cai para menos de uma hora, o que vale a pena, (pois se lembre que o tempo de meia vida do TBTO na água do mar é superior a 6 meses).A rápida degradação da DCOI é acompanhada pela rápida partição da DCOI para o solo e o sedimento. Isso ocorre, em parte, devido à baixa solubilidade da DCOI em água.

4. POLUIÇÃO POR ÁGUA DE LASTRO

4.1 A água de lastro e sua utilização

É a água recolhida do mar e colocada em tanques nos porões dos navios para dar estabilidade às embarcações quando elas estão navegando sem carga. Em alto mar um navio sem lastro pode ficar descontrolado, correndo o risco de partir ao meio e afundar. A água de lastro compensa a perda de peso do combustível e da carga, regulando a estabilidade e dando maior segurança. Para nossa curiosidade, no passado o lastro do navio era sólido (como areia, rocha, ferro...), o que causava em muitos casos a instabilidade dos navios; devido a essa desvantagem, a partir de 1880, começou-se a utilizar a água como lastro nos tanques.

Espécies aquáticas se dispersam pelo oceano de forma natural através de correntes oceânicas, ventos na superfície dos oceanos, condições climáticas, etc. As atividades humanas têm incrementado a dispersão e a introdução de espécies aquáticas. Seja de forma intencional ou não, espécies como organismos incrustantes são transportados nos cascos dos navios e são responsáveis pelo maior número de introduções marinhas ao longo do tempo. Apesar disso, podemos dizer que a descarga de água de lastro é a mais importante via de introdução de organismos indesejáveis, além de ser uma ameaça ao equilíbrio ecológico do ambiente marinho. Estudos realizados em diversos países mostram que muitas espécies de bactérias, plantas e animais podem sobreviver na água de lastro e nos sedimentos transportados pelos navios, mesmo após longas viagens. A descarga de água de lastro e desses sedimentos nas águas dos portos pode permitir a instalação de organismos aquáticos e agentes patogênicos que podem representar uma ameaça à vida humana, ao meio ambiente e ao equilíbrio do ecossistema. A água de lastro, utilizada em navios como contrapeso para que as embarcações mantenham a estabilidade e integridade estrutural, é transportada de um país a outro disseminando espécies alienígenas potencialmente perigosas. Algumas espécies exóticas que foram introduzidas se tornaram pragas em países

distantes de seu habitat natural, alterando o equilíbrio ecológico local e causando impactos negativos à pesca, a agricultura e outras atividades econômicas. Isto ocorre porque em novos ambientes os organismos ficam livres de seus predadores naturais e em condições favoráveis acabam dominando a fauna local. Para termos noções quantitativas, pesquisas mostram que mais de cinquenta mil espécies de zooplancton e dez milhões de espécies de fitoplancton são encontrados em um metro cúbico de água de lastro.

4.2 Água de lastro: invasores biológicos

Numerosos casos de invasões de espécies exóticas têm sido relatados em várias partes do mundo. Um bom exemplo de organismo exótico que foi transportado pelos ambientes costeiros de todo mundo é o vibrião colérico que foi um grande problema nas décadas de 70 e 80 e que ainda afeta a Índia. Outro invasor conhecido é o mexilhão zebra (*Dreissena polymopha*) introduzido nos Grandes Lagos, nos Estados Unidos. Hoje, esta espécie infesta mais de 40% das águas continentais americanas e causa impactos econômicos severos, principalmente para os setores elétrico e industrial, pois este molusco coloniza massivamente os encanamentos e as passagens de água. Para se ter ideia da gravidade dos problemas com espécies exóticas, estima-se que somente os Estados Unidos têm o prejuízo de 138 milhões de dólares por ano, incluindo-se os prejuízos e gastos com controles de espécies exóticas aquáticas e terrestres; o ctenóforo *Mnemiopisis leidyi* que ocorre naturalmente na costa Atlântica da América do Norte, nos mares Negro e de Azov; a alga *Caulerpa taxifolia* nativa do mar Vermelho e dos oceanos Pacífico e Atlântico tropical em várias partes da Europa. No Brasil, há relatos de introdução de várias espécies de caranguejos, camarões e mais recentemente, do mexilhão dourado (*Limnoperma fortunei);* a maré vermelha que ocorreu em Guaraqueçaba, litoral do Paraná, causando mortandade de peixes e causando sérios problemas para a população local, foi causada por algumas espécies de microalgas exóticas. Tais espécies, além de danos ecológicos, vêm causando enormes prejuízos econômicos (incrustações em tubulações de água e esgoto, redução da pesca e etc).

4.3 Gerenciamento da água de lastro

As principais convenções da IMO (Organização Marítima Internacional) que se preocupam com esses assuntos, destacam a SOLAS (Convenção Internacional para a Salvaguarda da vida Humana no Mar) e a MARPOL (Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios). A água de lastro passou a constituir um tema de grande discussão, já que a IMO tem como lema “Navegação segura e um mar mais limpo”. O Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho (MEPC) da IMO vem trabalhando, desde 1993, com o objetivo de elaborar dispositivos legais referentes ao gerenciamento da água que é utilizada como lastro.

Em 1997, a Assembléia da IMO adotou por meio da resolução A.868(20) o Controle e gerenciamento da água de lastro dos navios, minimizando a transferência de organismos nocivos e agentes patogênicos. O documento acima referido contempla alguns procedimentos para os navios, Estados dos portos e opções para o manuseio da água utilizada como lastro. Prevê que todo o navio que utilizar a água como lastro deve conter um plano de gerenciamento para água de lastro, que será destinado a minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. Este plano é específico para cada navio e deverá ser incluído em sua documentação operacional. Nos Estados do porto deve haver instalações que auxiliam no recebimento e tratamento da água utilizada como lastro. O documento prevê, ainda, a utilização de tratamentos e novas tecnologias em desenvolvimento, que sejam viáveis, em substituição ou complementação às opções atualmente existente. Tais tratamentos podem compreender métodos térmicos, de filtragem, de desinfecção, inclusive a utilização de Luz ultravioleta e outros métodos considerados aceitáveis pelo Estado do porto.

A preocupação com a água de lastro não se restringe aos setores ambientais, mas também é manifestada pelas autoridades sanitárias, pois a possibilidade da descarga dessa água em portos pode, além de tudo, ser um meio propagador de bactérias causadoras de doenças epidêmicas.

4.4 Troca oceânica da água de lastro em alto-mar

Devido ao fato de que a esterilização total da água de lastro pode não ser economicamente viável e por não haver um método de tratá-la com 100% de eficiência, o desenvolvimento de sistemas de controle que possam reduzir as chances de introduções são extremamente necessárias.

Atualmente, possíveis soluções foram recomendadas pela IMO, uma delas consiste na troca oceânica da água de lastro (Resolução IMO 868) sendo este o único procedimento disponível atualmente em larga escala, a fim de reduzir o risco epidemiológico e ambiental do deslastreamento. Este método se baseia no seguinte princípio: sendo a concentração de organismos muito mais baixa em alto mar que nas águas costeiras, a probabilidade de sobrevivência de espécies oceânicas próximas à costa e em águas interiores é muito pequena ou quase nula. Então, para um navio que sai em viagem, basta que ele estabeleça a troca da água que foi utilizada para o lastro pela água do mar.

O projeto de avaliação da eficiência da troca oceânica foi realizado a bordo de um navio petroleiro, NT Itaituba, da PETROBRÁS, que partiu do Porto de Itaqui, em São Luís, e fez a troca em alto-mar, conforme recomendado pelo IMO, e seguiu para o Porto de Macapá, no Rio Amazonas, sem interferir nos procedimentos normais do navio. Neste projeto, foram coletadas e analisadas amostras, verificando-se que a troca de água de lastro em alto mar se mostrou bastante eficiente, apresentando valores muito próximos a 100% de redução de organismos provenientes da atividade. Porém, nos últimos anos, tal método tem sofrido várias críticas. Devido à configuração dos sistemas de bombeamento de água e o desenho estrutural dos tanques de lastro, isto associado às limitações operacionais sob condições desfavoráveis do mar, muitas vezes não é permitida uma troca oceânica completa. Assim, espécies continuam no fundo dos tanques de lastro, sendo eventualmente introduzidas no novo ambiente quando acontece o deslastreamento no porto de destino. Também se acredita na hipótese de que a troca de água de lastro no mar possa contribuir para o aumento da dispersão de espécies nocivas, e que ilhas localizadas próximas a áreas onde ocorreram às trocas de água de lastro, em alto mar, estejam especialmente em risco com essa prática.

5. POLUIÇÃO CAUSADA POR RESÍDUO SÓLIDO/LIXO

5.1 Definição

Lixo ou resíduo sólido é todo resto de atividade humana considerada descartável, indesejável ou inútil pelos seus geradores.

Porém, essa definição clássica de lixo é muito relativa, pois o que pode ser considerado descartável, inútil ou indesejável para uns pode ser útil e valioso para outros, podendo se tornar até matéria-prima para outros produtos ou processos.

5.2 Resíduos Sólidos

Um dos problemas mais complicados e persistentes nos oceanos (Sheavly, 2005), prejudicando a flora e principalmente à fauna marinha, é provocada por resíduos sólidos, alguns dos quais afundam enquanto outros permanecem flutuando durante longos períodos (Hinojosa; Thiel, 2009). Em geral, estes resíduos têm uma degradação muito lenta, entre eles estão o plástico, o metal e o vidro. Além de degradar os oceanos, provocam a morte de muitos mamíferos marinhos, peixes e aves, os quais os confundem com alimento causando morte por asfixia; todos os resíduos marinhos com menos de 100 mm estão disponíveis para ser ingeridos. (Do Sul; Spengler; Costa, 2009). Segundo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) na atualidade existem 13000 pedaços de resíduos plásticos flutuando por km 2 do oceano (PNUMA, 2005), num informe posterior eles dão a cifra de 18000 por km 2 . Nem todos os resíduos procedem de fontes terrestres, segundo PNUMA o transporte marítimo e responsável pelo 20% da contaminação de lixo marinho. O lixo marinho gerado pelos navios está regulamentado pelo Anexo V do MARPOL, sendo sua principal contribuição à regra que proíbe jogar qualquer resíduo plástico incluindo os cabos e redes de pesca de fibras sintéticas, sacolas de plástico ou outros produtos de plástico que possam conter substâncias tóxicas e metais pesados [MARPOL 2002].

5.3 A coleta de resíduos sólidos

Os procedimentos para a coleta dos resíduos sólidos provindo de bordo devem levar em consideração o que pode ou não ser jogado ao mar. Para reduzir ou eliminar a necessidade de seleção após o recolhimento, recomenda-se a utilização de três tipos de coletores de lixo: para plásticos ou plásticos misturados com lixo não plástico, restos de comidas e outros tipos de lixo. A seleção para cada um deles é feita da seguinte forma: os recipientes para cada uma das categorias deverão ser identificáveis e claramente marcados, com elementos gráficos, forma, tamanho, ou localização. Estes recipientes deverão ser espalhados por todo o navio e todos os tripulantes deverão saber sobre o tipo de lixo que poderá ou não ser lançado em cada recipiente. Deve-se existir membros da tripulação incumbidos de fazer a coleta ou de esvaziar os recipientes e levar o lixo para locais adequados para o processamento e armazenamento do mesmo. Este processo deverá ser feito para minimizar a quantidade de lixo que deverá ser armazenada a bordo para retorno ao porto.

5.4 Precauções a serem tomadas para prevenir a poluição do meio ambiente marinho

A convenção MARPOL determina em seu anexo I que as embarcações tenham um plano para o controle de poluição abordo, o SOPEP.

Caso haja vazamento para o mar, deverá entrar em ação o plano de emergência da empresa, o PEI para mobilização de recursos e pessoal para mitigar a poluição causada imediatamente.

No Brasil, a Lei de Crimes Ambientais e a Lei do Óleo e Substâncias nocivas, determinam punição e obrigação dos responsáveis ou envolvidos em qualquer poluição de reparar o dano causado.

As resoluções da Comissão Nacional do Meio Ambiente, determinam que as empresas possuam um plano de resposta para vazamento de óleo.

6. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O Transporte Marítimo movimenta 90% das mercadorias de todo o mundo. Cerca de 70 mil navios mercantes cruzam os oceanos todos os dias, incluindo navios porta contentores, navios petroleiros, navios de carga geral, carga a granel e linhas de cruzeiro.

É a forma mais eficiente de transporte sendo, de fato, menos intensivo em carbono do que os outros meios disponíveis. No entanto, assumindo-se como eixo central da economia global de hoje, esta indústria produz mais de um bilhão de toneladas de emissões por ano, o que representa mais toneladas de carbono que as emitidas apenas pela Alemanha, num só ano. O transporte marítimo é atualmente responsável por mais de 3% das emissões globais de CO_2, e as emissões totais deste sector continuam a aumentar devendo chegar a 5% até 2050.

De fato, as emissões de poluentes atmosféricos provenientes de navios estão a crescer continuamente, enquanto as emissões terrestres estão a cair gradualmente. Atualmente, e apenas na União Européia, o transporte marítimo é responsável pela emissão de 4% dos gases de efeito de estufa.

A poluição atmosférica refere-se a mudanças na atmosfera, susceptíveis de causar impacto a nível ambiental ou na saúde humana, através da contaminação por gases, partículas sólidas, líquidos em suspensão e material biológico. A adição dos contaminantes pode provocar danos diretamente na saúde humana ou no ecossistema, podendo estes danos serem causados diretamente pelos mesmos, ou por elementos de si resultantes. A poluição do ar tem ação direta no aquecimento global, sendo responsável pela degradação de ecossistemas e potenciadora de chuvas ácidas.

O óxido nítrico ou monóxido de azoto (NO) e o dióxido de azoto (NO_2), são representados genericamente por NOx e são produtos de processos de combustão. O dióxido de enxofre (SO_2), também conhecido como anidrido sulfuroso, é um gás denso, incolor, não-inflamável, altamente tóxico e a sua inalação pode ser fortemente irritante. É ainda um gás emitido na queima de combustíveis em veículos e indústrias juntamente com óxidos de carbono (CO e CO_2), e de azoto. É, juntamente com o dióxido de azoto (NO_2), um dos principais

causadores da chuva ácida, pois, associado à água presente na atmosfera, forma o ácido sulfuroso.

De acordo com estudos científicos recentes, a poluição do ar devida ao transporte marítimo, representa cerca de 50 mil mortes prematuras por ano na Europa, e um custo anual para a sociedade de mais de 58 bilhões de Euros. Através de reações químicas no ar, os SO_2 e NOx são convertidos em partículas finas, na forma de aerossóis de sulfatos e nitratos. Além das partículas emitidas diretamente pelos navios, tais como o carbono negro (carbono produzido durante a combustão incompleta de combustíveis fósseis, com forte impacto climático), estas partículas secundárias aumentam o impacto sobre a saúde. Estas minúsculas partículas suspensas no ar estão ligadas a mortes prematuras, dado que após entrarem nos pulmões, são suficientemente pequenas para passar através dos tecidos e entrar na corrente sanguínea, podendo assim desencadear inflamações que eventualmente causam falhas cardíacas e pulmonares. As emissões dos navios também podem conter partículas cancerígenas.

Em 2000, apenas nos mares que circundam a Europa (o Mar Báltico, o Mar do Norte, a parte nordeste do Atlântico, o Mediterrâneo e o Mar Negro), as emissões resultantes da navegação internacional foram estimadas em 2,3 milhões de toneladas de dióxido de enxofre (SO_2), cerca de 3,3 milhões de toneladas de óxidos de azoto (NOx) e 250 mil toneladas de material em partículas (PM). Num cenário normal, estas emissões podem crescer 40 a 50% até 2020.

Se nada for feito, em 2020, o transporte marítimo que circula na Europa, será o maior emissor de óxidos de azoto, superando mesmo as emissões de NOx de todas as fontes terrestres.

6.1 Medidas para reduzir os poluentes do ar e as emissões de gases e de efeito estufa

- Qualidade dos combustíveis / troca de combustível:

As emissões de SO_2 são proporcionais ao teor de enxofre no combustível. A maioria dos estudos de cenários, assume que o setor do transporte marítimo vai seguir os limites de teor de enxofre ao longo do tempo. Assume ainda que os navios vão mudar para combustível com baixo teor de enxofre, quando entrarem, por exemplo, em SECAs.

O LNG é um combustível alternativo que está a ser considerado e utilizado, especialmente no transporte marítimo de curta distância. Embora a sua utilização exija modificações técnicas nos motores, a vantagem é que o LNG não emite SO_2 e emite cerca de 90% menos de NOx, em comparação com o fuel de bancas. As emissões de CO_2 também são reduzidas; o LNG emite cerca de 20% menos CO_2.

- Tecnologias de redução de emissões:

Com a lavagem dos gases de evacuação por água do mar, as emissões de SO_2 podem ser reduzidas até 75% e as partículas de matéria até 25%. O método mais eficiente para reduzir as emissões de NOx, consiste na instalação de tecnologia de redução catalítica seletivas (SCR - *Selective Catalytic Reduction*) com capacidade para reduzir as emissões de NOx em 80%.

Medidas alternativas são, por exemplo, o uso de injetores de combustível com válvula deslizante (*slide fuel valve*) em vez de válvulas convencionais, reduzindo as emissões de NOx e PM e, adicionalmente, a utilização de filtros de partículas (DPF - *Diesel Particulate Filter*). Em relação às emissões de partículas, as válvulas deslizantes podem reduzir as respectivas emissões em 25 a 50% e os filtros DPFs podem atingir cerca de 70 a 95% de redução de PM e 95 a 99% de redução de emissões de carbono negro BC (*Black Carbon*).

- Procedimentos operacionais do navio:

Devido aos preços relativamente elevados dos combustíveis marítimos, da crise econômica e do grande excesso de capacidade de navios disponíveis, algumas empresas iniciaram a prática de 'slow steaming'. Basicamente, a velocidade do navio é reduzida o que significa que o motor não é usado na potência máxima, economizando combustível e reduzindo as emissões de CO_2 e de poluentes atmosféricos. A redução de 10% da velocidade do navio, permite uma redução de 27% das emissões do navio.

Em geral, se todos os navios aplicassem esta prática, a capacidade disponível no mercado seria reduzida (mais navios seriam necessários para realizar o mesmo trabalho de transporte). Se as emissões adicionais de construir e operar esses novos navios forem considerados na equação, então reduzir a velocidade da frota em 10% levaria a uma poupança global de CO_2 de 19%.

Reduzir a velocidade dos navios, multiplica os efeitos positivos do índice de eficiência energética, queimam menos combustível e, portanto, emitem menos gases de efeito de estufa CO_2 e outros. Contribui também para reduzir significativamente as emissões de poluentes atmosféricos, tais como NOx e PM.

A prática de ‘slow steaming’, na maioria das vezes é considerada como a melhor opção de relação custo-benefício para reduzir as emissões de CO_2, uma vez que pode ser feito sem quase nenhum custo, traduzindo-se em economia para as operadoras.

De acordo com um representante de uma das maiores empresas de transporte de contentores do mundo, afirmou que a empresa opera em ‘slow steaming’ com sucesso desde 2007, com diminuição da carga dos motores até 35%, sem quaisquer problemas técnicos. Pelo contrário, esta prática trouxe economia de combustível, redução de custos de manutenção e problemas operacionais. O representante desta empresa afirmou também, que a sua empresa não vê problemas técnicos na implementação do chamado ‘super-slow steaming’, o que significa diminuir a potência do motor até 90%.

Outro procedimento operacional que pode reduzir as emissões é o chamado ‘shore power’. Consiste em desligar os motores principais e auxiliares de um navio quando atracado e realizar a conexão à rede elétrica do porto. Os petroleiros e navios de passageiros, nem sempre usam a eletricidade do porto.

Os petroleiros usam os motores principais para descarga de energia e bombas de carga e os navios de passageiros usam a potência extra para ventilar e manter os serviços elétricos gerais em funcionamento, enquanto os passageiros e a carga realizam o embarque ou desembarque.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da prevenção da poluição tornou-se uma preocupação por parte dos armadores na década de 70, a partir do momento em que o meio ambiente deixou de ser percebido como um assunto exclusivo dos ambientalistas e passou a ser um assunto da sociedade como um todo.

Diante dos fatos citados anteriormente, pode-se afirmar que nitidamente esta preocupação surgiu como uma necessidade inquestionável, para suprir uma carência legislativa no âmbito mundial. Foi com o surgimento das convenções internacionais que se promoveu a consciência crítica, propiciando a adoção de novos valores; também foram fornecidos conhecimentos técnicos necessários que levassem a mudanças de atitudes e comportamentos frente ao meio ambiente, desenvolvendo habilidades e aptidões voltadas para a resolução dos problemas ambientais.

Através de medidas de eficiência, estima-se que o transporte marítimo pode reduzir o consumo de combustível entre 30 e 60 por cento, com a grande variância devida às diferenças entre modelos, idade de navios e incerteza tecnológica. A poluição pode, deve e irá ser combatida, através do incremento da eficiência energética e da sensibilização dos operadores, aspectos que irão estimular o mercado de investigação, desenvolvimento, produção, implementação e manutenção de novas tecnologias, gerando dinâmica na economia e no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

BATISTUTE, Jossan. **Legislação e direito ambiental: gestão ambiental.** São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2009.

BRASIL, Lei n. 6.938 de 31 de julho de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente e institui o sistema nacional do meio ambiente – SISNAMA. **República Federativa do Brasil.** Brasília, 2 de setembro de 1981.

Disponível em: http://www.academic.scraton.edu Acesso em: 31/03/2015.

Disponível em: http://www.igc.br.usp.br/geologia/petroleo.jpg. Acesso em: 31/03/2015.

Disponível em: http://globallast.imo.org. Acesso em: 31/03/2015.

Disponível em: http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/desastre-do-exxon-valdez-uma/ Acesso em: 03/04/2015.

Disponível em: http://acidenteambientalreflexoesecriticastecbio.wordpress.com/2011/11/06/exxon-valdez-alasca-1989/ Acesso em: 03/04/2015.

Disponível em: http://www.ppegeo.igc.usp.br Acesso em: 04/04/2015.

Disponível em: http://www.planetasustentavel.abril.com.br Acesso em: 05/04/2015.

INFORMATIVO MARÍTIMO. Rio de Janeiro: v.7, n.3, jul./set. 1999.

INFORMATIVO MARÍTIMO. Rio de Janeiro: v.1, n.1, mar./2002.

KOFF, Adélia Maria Nehme Simão e**. Curso de Educação ambiental: uma introdução à gestão ambiental portuária**, v. 2.: livro texto / Adélia Maria Nehme Simão e Koff, Ely Shultz de Azevedo Pereira. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, Diretoria de Portos e Costas, 2003 (Rio de Janeiro: Zit Graf. e Ed.)

MARPOL CONSOLIDADA. Edição Brasileira, 1995.

MARPOL 73/78 (2002). *International Maritime Organization. International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978*.

LIMA, Rosimeire Suzuki. **Gestão de resíduos sólidos: gestão ambiental.** São Paulo. Ed Pearson Education do Brasil, 2009.

PEREIRA, Antônio Batista. **Aprendendo Ecologia através da Educação Ambiental.** Porto Alegre: Sagra de Luzzatto, 1993.

PIRES, Ewerton de Oliveira. **Poluição do solo, atmosfera e águas continentais: gestão ambiental.** São Paulo. Ed Pearson Prentice Hall, 2009.

PIRES, Ewerton de Oliveira. **Avaliação do Impacto Ambiental e Licenciamento.** São Paulo. Ed Pearson Prentice Hall, 2010.

REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1994.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Comércio e Meio Ambiente - Direito, Economia e Política:** Governo do Estado de SãoPaulo & CIEL, Center for International Law, 1996.

Sheavly S.B. (2005). S*ixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Processes on Oceans & the Law of the Sea. Marine debris – an overview of a critical issue for our oceans*.