

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

TÁCIO DIAS GONÇALVES

**NOVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO NO MEIO
AMBIENTE MARÍTIMO**

RIO DE JANEIRO
2015

TÁCIO DIAS GONÇALVES

**NOVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO NO MEIO
AMBIENTE MARÍTIMO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Professor Adjunto, M.Sc. Marco Aurélio Faial Rodrigues

RIO DE JANEIRO

2015

TÁCIO DIAS GONÇALVES

**NOVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO NO MEIO
AMBIENTE MARÍTIMO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Professor Adjunto, M.Sc. Marco Aurélio Faial Rodrigues

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por toda força me dada até aqui. Nos momentos mais difíceis foi Ele que me confortou e me encorajou a chegar até esse ponto. Sou também extremamente grato a minha família por ter sido minha base, meu local de refúgio, a palavra de sabedoria e amor tão fundamental para o meu crescimento. Muito obrigado aos meus amigos, meus irmãos, essenciais para minha felicidade, responsáveis por uma vida muito mais suave e alegre dentro da caserna; a relação uma vez criada entre nós nesse estabelecimento de ensino será levada para o resto de nossas vidas. E também deixo expressa minha gratidão aos mestres que tanto contribuíram para o profissional e pessoa que me tornei depois desse proveitoso tempo de formação.

A verdadeira sabedoria consiste em saber
como aumentar o bem-estar do mundo.

(BENJAMIN FRANKLIN)

RESUMO

A navegação é atividade essencial à sustentabilidade e desenvolvimento da sociedade. Há muitos e muitos anos já exerce função de suma importância, permitindo a conexão de territórios, aproximação de povos, exploração de recursos, transporte de cargas e pessoas. Com tamanha responsabilidade e a necessidade de uma sempre crescente melhoria de seus meios de transporte, houve uma prioridade à eficiência energética das embarcações, sem olhos ou preocupações quanto às suas consequências. Contudo, recentemente o mundo vem mudando esse pensamento e se preocupando com a prevenção da poluição do ambiente marítimo. A eficiência energética não pode mais se sobrepor aos cuidados necessários à prevenção da poluição e uma série de exigências devem ser seguidas por aqueles que usam dos recursos hídricos. Por essa razão, diversas tecnologias foram criadas para prevenir ou atenuar as possibilidades de acidentes envolvendo a poluição marítima, principalmente quando relacionadas à atividade mercante. Neste trabalho serão expostas novas tecnologias capazes de reduzir a emissão de certos poluentes tradicionalmente emitidos, que utilizam combustíveis alternativos ecologicamente corretos e equipamentos para o controle de situações de risco de poluição. Infelizmente a energia solar e a eólica funcionam como fonte de energia complementar à tradicional, nas embarcações mercantes, por ainda carecerem de alta tecnologia para suprir todas as necessidades de um navio. Ressalta-se que estas alternativas para a prevenção da poluição são meras sugestões e cabe aos envolvidos na atividade marítima o cuidado com os recursos naturais, cada vez mais escassos e, ao mesmo tempo, fundamentais para toda população mundial, observando o uso de qualquer avanço e equipamento que pode ser empregado nesse fim.

Palavras-chave: Poluição. Meio Ambiente Marítimo. Tecnologia. Prevenção.

ABSTRACT

Navigation is an essential activity for the sustainability and development of the society. For many years it has performed a very important function, connecting territories and people, exploring resources, carrying cargo and people. With such responsibility and the need for ever-increasing improvement of their means of transport, there was a demand for energy efficient vessels, without concerns to its consequences. Today, however, the world has changed that thought and started to worry about the pollution prevention of the maritime environment. Energy efficiency can no longer overlap the care needed to prevent pollution and a number of requirements must be followed by those who use water resources. Because of this reason, several technologies are designed to prevent or lessen the chances of accidents involving maritime pollution, especially when related to merchant activity. This work will exhibit new technologies to reduce emissions of certain pollutants traditionally issued, using environmentally friendly alternative fuels and equipment to control situations with risk of pollution. Unfortunately solar energy and wind work as an energy source complementary to the traditional, on merchant vessels, because of the lack of technology to meet all the needs of a ship. It is emphasized that these alternatives for the prevention of the pollution are mere suggestions and it is up to those involved in maritime activity taking care of natural resources, increasingly scarce and at the same time, fundamental for the whole world population, noting the use of any advance and equipment that can be employed in that order.

Key-Words: Pollution. Marine Environment. Technology. Prevention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Quantidade de vazamentos de óleo por ano no mundo	20
Figura 2 – Navio E-Ship 1	22
Figura 3 – Estrutura do equipamento SkySails	24
Figura 4 - MS Beluga SkySails	25
Figura 5 – Barco Turanor Plnetsolar	26
Figura 6 – Estrutura do equipamento DIFIS	29
Figura 7 – Movimentação da estrutura cônica do DIFIS	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHTS	Navio “Anchor Handling Tug Supply”
CO2	Dióxido de Carbono
DIFIS	Double Inverted Funnel for the Intervention on Shipwrecks
DWT	Porte Bruto
IMO	Organização Marítima Internacional
ITOPF	Federação Internacional sobre a Poluição de Tankers
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
MW	Mega Watts
PPM	Partes por Milhão
PSV	Navio de Apoio a Plataforma
RoRo	Navio “Roll-on Roll-off”
ROV	Veículo Remotamente Operado
UNCLOS	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	O MEIO AMBIENTE MARÍTIMO	11
2.1	Definição	11
2.2	O Conceito de Responsabilidade Socioambiental	11
3	A POLUIÇÃO MARÍTIMA	15
3.1	Definição	15
3.2	Tipos Frequentes de Poluição	16
3.3	Prevenção e Controle da Poluição	16
3.3.1	Prevenção da Poluição por Óleo	17
3.3.2	Prevenção da Poluição por Água de Lastro	18
3.3.3	Prevenção da Poluição por Esgoto	18
3.3.4	Prevenção da Poluição por Lixo	19
4	AS NOVAS TECNOLOGIAS	20
4.1	Green Shipping: Mudando o Presente em prol do Futuro	20
4.2	Combustíveis e Propulsões Alternativas	21
4.2.1	Energia Eólica	21
4.2.1.1	Navios com Rotor Flettner e Efeito Magnus	22
4.2.1.2	SkySails	23
4.2.2	Energia Solar	24
4.2.2.1	MV Auriga Leader	27
4.2.3	Navios Híbridos	27
4.2.3.1	Propulsão DEM	28
4.3	Controle de Situações com Risco de Poluição	28
4.3.1	DIFIS	29
4.3.2	Embarcações Anti-Poluição	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

A navegação é, desde tempos primórdios, atividade vital para o desenvolvimento da sociedade. Sua capacidade de ligar territórios, transportando os mais diversos tipos de carga, fora sua função de explorar tão preciosos recursos marítimos, fazem dela atividade essencial para o progresso de todo o mundo. Porém tal importância tem seu preço. A cada dia é cobrada uma melhoria nos meios de transporte marítimo, com embarcações mais rápidas, com uma maior capacidade de transporte de carga, com operações mais ágeis e eficazes e no menor custo possível. Esta cobrança foi muito bem correspondida e temos hoje uma navegação extremamente moderna e capaz de atender aos anseios do Mercado.

Infelizmente a evolução da navegação não ocorreu conjuntamente com a preocupação relativa a prevenção da poluição. Muitos acidentes diretamente envolvidos com poluição tiveram que ocorrer e várias consequências da má lida com material poluente como, óleo, lixo e dejetos, tiveram que ser severamente sentidas para começar a haver uma política de proteção do meio ambiente marinho e uma consequente investida em tecnologia para prevenção desse mal. Em decorrência disto, encontramos hoje novas tecnologias para conciliar uma navegação ecologicamente sustentável com a eficiência requerida pelo comércio internacional.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal expor algumas das tecnologias uma vez já desenvolvidas ou planejadas para a prevenção da poluição do meio ambiente marítimo, sejam estas relacionadas a ferramentas e hábitos utilizados para controlar situações de risco de poluição ou a combustíveis, propulsões e fontes de energia alternativos .

2 O MEIO AMBIENTE MARÍTIMO

2.1 Definição

Segundo a apostila Meio Ambiente Aquaviário (2003), da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), o meio ambiente pode ser considerado como o conjunto das condições, influência ou forças que envolvem ou modificam o complexo de fatores climáticos edáficos e bióticos que atuam sobre um organismo vivo ou uma comunidade ecológica e acaba por determinar sua forma e sobrevivência; a agregação das condições sociais e culturais que influenciam a vida de um indivíduo ou de uma comunidade. Esta definição é especificada ao se apresentar o conceito de meio ambiente marítimo, reconhecido como o conjunto de seres orgânicos e matéria inorgânica encontrada nos mares.

Compreende-se que 71% da formação da superfície terrestre é composta oceanos, formados a milhares de anos após o resfriamento da crosta terrestre, sendo o Oceano Pacífico o maior deles, compreendendo um total de 40% do total da superfície composta pelos mares. Estudos apontam que os oceanos Pacífico, Atlântico, Índico, Ártico e Antártico concentram 97% da água mundial e são detentores de uma vasta biodiversidade, abrigando 90% da biomassa viva da Terra, sendo fonte de alimentos e de recursos para a espécie humana, além de ser o habitat de fitoplanctons responsáveis pela produção de 60% de todo o oxigênio contido no planeta.

Além da imensa diversidade presente em sua fauna, os oceanos ainda possuem recursos com um imenso valor econômico, sendo uma fonte sustentável de elementos químicos tais como Magnésio, Potássio, Bromo, Cloro e Sódio. Somado a estes elementos, a influência de efeitos externos, dentre eles atividades magmáticas e erosão, produziram ao longo de milhares de anos importantes produtos para a economia, como petróleo e gás natural, encontrados em diversos ambientes geológicos no âmbito marinho

A presença de toda esta biodiversidade e recursos econômicos tornam o meio ambiente marinho um dos mais importantes biomas do planeta. Portanto, qualquer eventual dano a este ecossistema pode provocar conseqüências irreparáveis ao equilíbrio ecológico.

2.2 O Conceito de Responsabilidade Socioambiental

Ao destacar as principais preocupações recentes das empresas ao redor do mundo é

impossível não citar a o conceito de responsabilidade socioambiental. A importância da preservação do meio ambiente e da exploração de seus recursos de uma maneira segura e eficiente vem sendo inserida na mentalidade das grandes empresas ao longo das últimas décadas, valorizando seu trabalho perante seus clientes. Desta maneira, as funções de uma instituição transcendem a geração de empregos, produtos e crescimento econômico. Incluem também a preocupação com os impactos de seus projetos e o desenvolvimento de atividades de cunho ambiental como o apoio a projetos desenvolvidos por Organizações Não-Governamentais.

Responsabilidade socioambiental é a responsabilidade que uma empresa, ou organização tem com a sociedade e com o meio ambiente além das obrigações legais e econômicas.

Apesar de ser um termo bastante utilizado, é comum observarmos erros na conceituação de responsabilidade socioambiental, ou seja, se uma empresa apenas segue as normas e leis de seu setor no que tange ao meio ambiente e a sociedade esta ação não pode ser considerada responsabilidade socioambiental, neste caso ela estaria apenas exercendo seu papel de pessoa jurídica cumprindo as leis que lhe são impostas.

O movimento em prol da responsabilidade socioambiental ganhou forte impulso e organização no início da década de 1990, em decorrência dos resultados da Primeira e Segunda Conferências Mundiais da Indústria sobre gerenciamento ambiental, ocorridas em 1984 e 1991.

Atualmente, muitas empresas enxergam a responsabilidade socioambiental como um grande negócio, são duas vertentes que se destacam neste meio:

- Primeiramente, as empresas que investem em responsabilidade sócio-ambiental com intuito de motivar seus colaboradores e principalmente ao nicho de mercado que preferem pagar mais por um produto que não viola o meio ambiente e investe em ações sociais;
- A segunda vertente corresponde a empresas que investem em responsabilidade sócio-ambiental com o objetivo de ter materiais para poderem investir em marketing e passar a imagem que a empresa é responsável sócio-ambientalmente. Esta atitude não é considerada ética por muito autores que condenam empresas que tentam passar a imagemde serem éticas, porém na realidade estão preocupadas apenas com sua imagem perante aos consumidores.

Apesar de ser um tema relativamente novo, o número de empresas que estão aderindo a responsabilidade sócio-ambiental é grande e a tendência é que este número aumente cada dia mais.

Em 1998, o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development - WBCSD), primeiro organismo internacional puramente empresarial com ações voltadas à sustentabilidade, definiu Responsabilidade socioambiental como "o compromisso permanente dos empresários de adotar um comportamento ético e contribuir para o desenvolvimento econômico, melhorando, simultaneamente, a qualidade de vida de seus empregados e de suas famílias, da comunidade local e da sociedade como um todo". Pode ser entendida também como um sistema de gestão adotado por empresas públicas e privadas que tem por objetivo providenciar a inclusão social (Responsabilidade Social) e o cuidado ou conservação ambiental (Responsabilidade Ambiental).

É adotado por empresas e escolas. As principais ações realizadas são: inclusão social, inclusão digital, coleta seletiva de lixo, educação ambiental, dentre outras.

Este tipo de prática ou política tem sido adotado desde a década de 1990, entretanto a luta pela sociedade e principalmente pela natureza é mais antiga, por volta da década de 1920.

O ápice da luta ambiental se deu por volta dos anos 70 quando organizações não governamentais ganharam força e influência no mundo.

Com a internacionalização do capital (globalização), o uso dos recursos naturais pelas empresas de maneira intensa e quase predatória, ou seja, sem a devida preocupação com os possíveis danos, foi fortemente combatida desde a década de 1970 pelos movimentos ambientalistas. As empresas, no intuito de ganhar a confiança do novo público mundial (preocupado com a preservação e o possível esgotamento dos recursos naturais), procuraram se adaptar a essa nova tendência com programas de preservação ambiental - utilização consciente dos recursos naturais. Muitas buscam seguir as regras de qualidade idealizadas pelo programa ISO 14000 e pelo Instituto Ethos.

A partir da Revolução Industrial ocorrida na Europa no século XIX, a utilização de materiais, dos recursos naturais e a emissão de gases poluentes foram desenfreados. Em contrapartida, no início do séc. XX alguns estudiosos e observadores já se preocupavam com a velocidade da destruição dos recursos naturais e com a quantidade de lixo que a humanidade estava produzindo. O movimento ambientalista começou a engatinhar na década de 1920. Passados os anos, este movimento ganhou destaque na década de 1970 e tornou-se obrigatório na vida de cada cidadão no momento atual. Conceitos como Gestão Ambiental, Desenvolvimento Regional Sustentável, Biodiversidade, Ecossistema, Responsabilidade Socioambiental ganharam força e a devida importância.

Responsabilidade socioambiental (RSA) é um conceito empregado por empresas e companhias que expressa o quão responsáveis são as mesmas para com as questões sociais e ambientais que envolvem a produção de sua mercadoria ou a realização de serviços, para com a sociedade e o meio ambiente, buscando reduzir ou evitar possíveis riscos e danos sem redução nos lucros.

A Responsabilidade Socioambiental corresponde a um compromisso das empresas em atender à crescente conscientização da sociedade, principalmente nos mercados mais maduros. Diz respeito à necessidade de revisar os modos de produção e padrões de consumo vigentes de tal forma que o sucesso empresarial não seja alcançado a qualquer preço, mas ponderando-se os impactos sociais e ambientais consequentes da atuação administrativa da empresa.

São exemplos de programas e projetos de Responsabilidade Socioambiental: inclusão social, inclusão digital, programas de alfabetização, ou seja, assistencialismo social, coleta de lixo, reciclagem, programas de coleta de esgotos e dejetos, e questões que envolvem: lixo industrial, reflorestamento X desmatamento, utilização de agrotóxicos, poluição, entre outros.

Em 1987, o documento *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), também conhecido como Relatório Brundtland, apresentou um novo conceito sobre desenvolvimento definindo-o como o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Assim fica conhecido o conceito de desenvolvimento sustentável.

Sustentabilidade começa a ser vista como algo presente no dia a dia da empresa, pois além das atividades produtivas, envolve o tratamento dado ao meio ambiente e sua influência e relacionamento com fornecedores, público interno e externo e com a sociedade, práticas de governança corporativa, transparência no relacionamento interno e externo, postura obrigatória para as empresas de âmbito mundial, cuja imagem deve agregar o mais baixo risco ético possível.

3 A POLUIÇÃO MARÍTIMA

3.1 Definição

A poluição do meio marinho significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar os efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca, e às outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade do mar, no que se refere a sua utilização, e deterioração dos locais de recreio.

A poluição marinha ocorre quando o resultado do derrame no mar de partículas, produtos químicos, resíduos resultantes da atividade agrícola, comercial, industrial ou residencial e ainda da disseminação de organismos invasivos que trazem efeitos negativos ou potencialmente negativos para o ecossistema.

Os produtos químicos potencialmente tóxicos podem aderir a pequenas partículas, facilmente ingeridas por plâncton e pequenos animais, que se alimentam por filtração. Assim, as toxinas entram na cadeia alimentar dos oceanos marçianos, podendo atingir altos níveis de contaminação. As partículas podem igualmente sofrer alterações químicas e matemáticas, alterando os níveis de nebulosidade de oxigénio e provocando um grave estado anóxico no ambiente, em especial nos estuários.

Os navios são uma fonte de poluição das águas, sendo o mais evidente os derrames de petróleo que podem ter efeitos devastadores. Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são tóxicos para a vida marinha, e muito difíceis de limpar.

Com o passar dos anos e da maior conscientização da sociedade em relação à preservação do meio ambiente marítimo, os cuidados para evitar a poluição passaram de medidas apenas recomendatórias para atitudes mandatórias por parte dos utilizadores desse bioma. Esta obrigação é diariamente ressaltada graças a medidas legislativas tomadas como a Lei nº 9605 Artigo 54, que apresenta sanções cabíveis a: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”, além das convenções internacionais MARPOL e UNCLOS, específicas para as atividades marítimas.

A poluição do meio ambiente marítimo é oriunda de diversas fontes, tendo as atividades em terra como as principais causadoras deste terrível mal. Entretanto, neste capítulo estará contido somente o papel das atividades da Marinha Mercante no contexto, ressaltando-se os danos consequentes da navegação e operação das embarcações mercantes.

3.2 – Tipos Frequentes de Poluição

- a) Poluição de origem terrestre: proveniente de fontes terrestres, inclusive rios, lençóis freáticos, estuários, dutos e instalações de descarga;
- b) Poluição proveniente de atividades relativas aos fundos oceânicos e ilhas artificiais e instalações sob jurisdição nacional, com especial atenção às atividades de extração de petróleo e gás natural;
- c) Poluição proveniente de atividades no leito do mar, nos fundos marinhos e em seu subsolo além dos limites da jurisdição nacional;
- d) Poluição por alojamento: lançamento deliberado no mar de detritos e outras matérias a partir de embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções, inclusive afundamento deliberado destes no mar;
- e) Poluição proveniente de embarcações: derramamento involuntário de substâncias tóxicas, nocivas, bio-acumulativas ou persistentes no meio ambiente, entre as quais se incluem os óleos e hidrocarbonetos derivados de petróleo, inclusive poluição radioativa proveniente de embarcações propulsadas por este tipo de energia;
- f) Poluição proveniente da atmosfera ou através dela: aeronaves e utilização do espaço aéreo, bem como transportadas na atmosfera e depositadas no mar, provenientes de descargas poluentes;
- g) Poluição originária das atividades de dumping;
- h) Poluição proveniente de atividades e testes nucleares.

Analisa-se porém somente a poluição marinha proveniente da navegação de embarcações mercantes, que normalmente libera óleos e graxas, além dos esgotos sanitários, gases responsáveis pelo efeito estufa e os restos de cozinha. São considerados portanto lixo, detritos, óleo e água de lastro como os principais agentes poluentes lançados por embarcações, os quais constituem o foco dos tópicos a seguir.

3.3 – Prevenção e Controle da Poluição

A prevenção é focada em antever possíveis consequências negativas e organizar ações que possam evitar sua concretização. Este conceito é essencial para os cuidados relativos a poluição oriunda de embarcações, onde qualquer erro mínimo pode acarretar em grandes

danos ao meio da atividade em questão. Duas opções são possíveis para concretizar esta atitude: medidas operacionais e inovações tecnológicas que permitam uma maior segurança da navegação. A Organização Marítima Internacional, através da convenção MARPOL, estabelece alguns procedimentos e recomendações para que a operação das embarcações tenha o cuidado necessário com o bioma marinho. Serão expostos os métodos de prevenção frequentemente utilizados a bordo, de acordo com o agente poluente a ser evitado:

3.3.1 - Prevenção da Poluição por Óleo

O Anexo I da MARPOL estabelece um conjunto de regras para prevenir e minimizar os efeitos da poluição por óleo, que engloba diversas vistorias: inicial, antes de o navio ser posto em serviço, ou antes de ser emitido um Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Óleo. Uma vistoria de renovação, com intervalos definidos pela Administração, mas não superiores a 5 anos, uma vistoria intermediária, uma vistoria anual e uma vistoria adicional, geral ou parcial de acordo com as circunstâncias, que deverá ser realizada após um reparo realizado em decorrência das inspeções ou sempre que forem realizados quaisquer reparos ou remodelações importantes.

Além disso, foram estabelecidas regras pra construção e compartimentos dos navios. Dentro dessas mudanças, podemos indicar como as mais significativas a separação de compartimentos para resíduos de óleo e os equipamentos para filtragem do óleo, como o separador de água e óleo, equipamento que permite a filtragem da mistura oleosa proveniente das operações a bordo a ser descarregada no mar, não podendo ter um teor de óleo superior a 15 PPM.

Foram delimitadas áreas especiais onde são proibidas as descargas de qualquer mistura oleosa, além da imposição de distâncias mínimas da costa para o lançamento desta.

Na figura 1 são observadas as diversas causas de vazamentos de óleo de acordo com cada operação a ser realizada, sendo estas operações: atracação ou desatracação, fundeio, navegação em águas restritas, navegação oceânica, carregamento ou descarregamento e outras operações. Dentre as causas de vazamentos se destacam colisão ou abalroamento, encalhe, falhas no casco, falhas na máquina e incêndio ou explosão. Com isso é possível observar que as medidas preventivas para poluição por óleo necessitam de muito mais do que cuidados estruturais e vistorias preventivas. O treinamento adequado da tripulação em cada operação continua a ser o método de prevenção mais eficiente.

3.3.2 - Prevenção da Poluição por Água de Lastro

Existem diversas técnicas para minimizar os danos causados pela água de lastro, uma delas é a análise da salinidade da água dentro dos tanques de lastro, visando determinar se esta água foi captada em regiões costeiras ou mais afastadas, tendo em vista que a salinidade aumenta quanto mais se afasta da costa. O ideal é que a água de lastro seja captada em regiões afastadas, pois como a salinidade é maior há uma menor chance de sobrevivência de organismos nocivos.

A Organização Marítima Internacional (IMO) estabelece alguns procedimentos operacionais. Dentre eles, temos como regra geral que as embarcações devem realizar a troca de água de lastro em alto mar a pelo menos 200 milhas náuticas da costa e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade. Entretanto, caso isso não seja viável, a troca deverá ocorrer o mais distante possível, mas nunca a menos de 50 milhas náuticas da costa e sempre a no mínimo 200 metros de profundidade ou em áreas pré-determinadas.

Entretanto, a troca da água de lastro pode trazer problemas para a segurança da embarcação e em muitos casos, também pode haver um grande atraso nas operações, pois o processo é lento e demanda tempo. Como métodos aceitos para troca da água de lastro temos:

- a) Método de Diluição Brasileiro, neste ocorre a carga da água de lastro através do topo do tanque e, simultaneamente, há a descarga da água de lastro antiga pelo fundo, ambas com a mesma vazão de forma a não alterar volume de água no tanque.
- b) Método Sequencial é o esgotamento da água de lastro do tanque e o seguido preenchimento com água oceânica.
- c) Método de Fluxo Contínuo ocorre quando os tanques são cheios e esgotados de forma simultânea por bombas de água salgada.

3.3.3 - Prevenção da Poluição por Esgoto

Um dos equipamentos utilizados para o tratamento é o Tanque Séptico, que trata o esgoto em diversos níveis com a utilização de reagentes químicos e até mesmo com a utilização de outras bactérias, com o objetivo de diminuir a taxa de coliformes fecais. O surgimento deste e outros equipamentos são consequências do Anexo IV da MARPOL, exclusivo para a poluição por esgoto e que define uma série de regras e procedimentos para

um maior controle e tratamento da descarga

3.3.4 - Prevenção da Poluição por Lixo

A MARPOL estabelece um conjunto de regras para minimizar os efeitos da poluição por lixo, exigindo um rígido controle do lixo nas embarcações, separando-os por categorias e impondo distâncias mínimas da costa para o lançamento das categorias liberadas e proibindo o lançamento de qualquer tipo de plástico.

Além disso, a MARPOL também determina que o lixo produzido pela tripulação deve ser separado em recipientes com diversas cores para cada tipo de material.

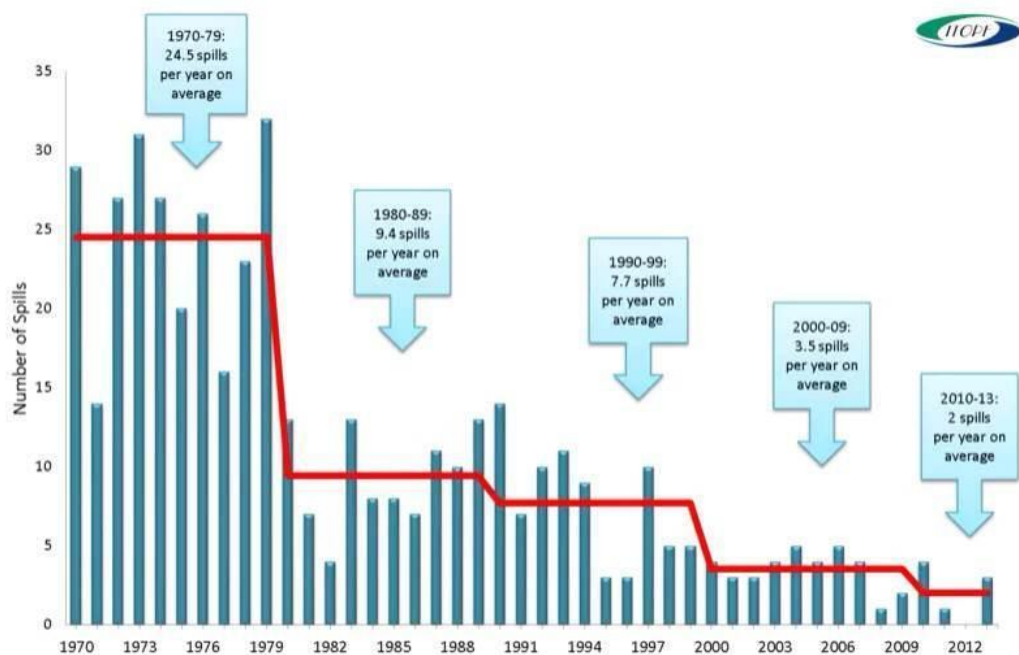
Toda operação de descarga ou de incineração, incluindo as descargas no mar ou para outros navios, deve ser registrada no Livro de Registro de Lixo, que pode ser conferido durante as inspeções das Agências Sanitárias.

4 AS NOVAS TECNOLOGIAS

4.1 – Green Shipping: Mudando o Presente em prol do Futuro

A indústria de transporte marítimo, responsável pela movimentação de 90% da carga mundial, está reescrevendo sua própria história. Segundo estatísticas do ITOPF representada na Figura 2, os últimos 15 anos tiveram franca redução nos derramamentos de óleo (apesar do crescimento massivo da utilização de navios petroleiros e operações offshore relacionadas a este recurso) graças a um aprimoramento de técnicas marítimas desenvolvidas ao longo dos anos, uma redução geral nos gases tóxicos como dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, e uma maior preocupação relativa à melhoria da eficiência energética através do design naval.

Figura 1 – Quantidade de vazamentos de óleo por ano no mundo



Fonte: (www.itopf.com/knowledge-resources/data-statistics/statistics/).

Dito isto, a busca pelo equilíbrio perfeito continua. As atividades mercantes são atualmente responsáveis por algo em torno de 2.7% de toda a emissão de carbono promovida por humanos – situação que a IMO planeja reduzir em 20% até 2020 e 50% até 2050. A utilização de tecnologias diversas que eliminem parte do uso de combustíveis fósseis a bordo são interessantes também em um aspecto econômico, já que os preços do petróleo bem como

de seus derivados aumentam diariamente.

Uma das metas da IMO presente no documento “O Conceito de Sistema de Transporte Marítimo Sustentável” ao referir-se a novas tecnologias e inovação, expõe: Novas embarcações estarão constantemente sofisticando-se em todos os seus aspectos de design, construção e operação, enquanto das embarcações pré-existentes é esperada sua adaptação a níveis de eficiência energética assim como demanda por sustentabilidade cada vez maiores, o que irá requerer destes novas práticas operacionais e cumprimentos de regulamentações mais estritas. O contínuo avanço tecnológico exige uma maior troca de conhecimentos, experiências e know-how em vista a maximizar os benefícios de inovações e novas tecnologias para segurança da navegação e gestão ambiental, aliada a lucratividade do setor. A Organização planeja criar plataformas que permitam a exibição e discussão de novas tecnologias e suas aplicações, contando com a colaboração dos órgãos governamentais, armadores, sociedades classificadoras, indústrias, institutos de Pesquisa e Desenvolvimento (R&D) e instituições acadêmicas. Ainda segundo a Organização, a indústria de transporte marítimo deve tirar proveito das novas tecnologias para maximizar sua performance ambiental bem como aumentar a segurança de suas operações, além de estar preparada para novos tipos de carga e práticas comerciais. Os órgãos governamentais, por sua vez, devem prover incentivos para estes avanços tecnológicos.

4.2 – Combustíveis e Propulsões Alternativas

4.2.1 – Energia Eólica

A força do vento é utilizada desde tempos imemoriais para o movimento de navios. Tradicionalmente esta locomoção é feita através de velas que, içadas nos mastros, enfunam como vento que assim empurra a embarcação na direção de seu sopro ou até em direções quase opostas, ao serem utilizadas velas latinas, por exemplo.

Com o passar dos anos a navegação à vela foi dando lugar à navegação mecanizada – em casos de atividade marítima comercial – como aconteceu, de resto, com outros meios de propulsão eólica, como moinhos de moagem de cereais, de elevação de água e outros.

No entanto, recentemente tem-se readquirido o desejo pela exploração deste tipo de energia, conhecida como limpa e inesgotável, rumo a um desenvolvimento sustentável das operações de grande porte. Podemos observar o funcionamento de algumas inovações tecnológicas que se utilizam deste princípio básico a seguir.

4.2.1.1 – Navios com rotor Flettner e Efeito Magnus

Os rotores eólicos, também conhecidos como rotores Flettner graças ao nome de seu inventor, são uma tecnologia que apesar do cunho futurista, já foi testada – ao menos em seu princípio – em algumas estruturas desde a década de 20. Somente há pouco tempo, contudo, a indústria naval o reconsiderou como uma opção válida para reduzir o consumo de combustível fóssil em embarcações. Este consiste em um grande cilindro vertical rotatório formado por chapas de metal, finalizados por círculos metálicos de grande diâmetro, localizados no convés principal da embarcação.

O Efeito Magnus, o princípio físico que garante a eficiência do rotor, exerce uma força para agir sobre um corpo girando em movimento através de uma corrente de ar, perpendicular à direção do fluxo. Com base no efeito Magnus, o giro do cilindro juntamente com o vento proporcionam áreas de baixa e alta pressão. Nos locais onde o vento incide na mesma direção da rotação do cilindro, a velocidade com que este passa é maior, criando-se consequentemente uma zona de baixa pressão. No outro extremo, onde o ar incide no sentido contrário de rotação do cilindro a velocidade deste é menor, portanto é criada uma zona de alta pressão. Somando-se as forças geradas vetorialmente obtém-se o resultado da força que impulsiona o barco.

Figura 2 – Navio E-Ship 1



Fonte: (caroldaemon.blogspot.com.br/2011/01/e-ship1-primeiro-navio-movido-energia.html).

O E-Ship 1 é um navio Flettner, que faz uso do Efeito Magnus para propulsão. Possui quatro imponentes rotores instalados no convés principal, interligados ao hélice da

embarcação, auxiliando na propulsão do navio. As quatro torres cilíndricas de 27 metros de altura por quatro metros de diâmetro que emergem do convés principal são os rotores eólicos capazes de captar energia do vento, sem interferir nas operações de carga e descarga.

A obra do navio E-Ship 1 foi concluída em 2010, quando este estava atracado no North Sea Works, onde a finalização da construção ocorreu com o barco na água. O navio partiu de Emdem, Bremerhaven para as provas de mar, e, um mês depois, partiu para sua primeira viagem com carga, transportando nove turbinas do Parque Eólico Castledockrell, de Emdem para Dublin, Irlanda.

A superestrutura do navio está localizada na proa, possui três conveses e dois guindastes por bombordo, com longas lanças e capacidade de carga de 80 e 120 toneladas. O navio possui uma rampa traseira, e pode funcionar como um RoRo. Tem 130 metros de comprimento e 22,5 metros de boca, com 12800 DWT. Este é equipado com nove geradores diesel Mitsubishi, com uma potência total de 3,5 MW. Ele possui caldeiras, que alimentam uma turbina a vapor da Siemens, que, por sua vez, aciona quatro rotores Enercon desenvolvidos pela Flettner. Estes rotores, que se assemelham a quatro grandes cilindros montados no convés do navio, permite economia de combustível de 30 a 40% a uma velocidade de 16 nós.

Segundo pronunciamento da empresa fabricante Enercon, o custo de investimento na construção deste tipo de embarcação é inicialmente elevado, contudo viável. Seu presidente afirma ainda que, caso comprovada a eficiência de transporte desta embarcação, outras semelhantes serão produzidas. Conquanto, entre um número razoável de engenheiros e especialistas da área naval, é difundida a ideia de que a vantagem atual do navio é limitada à pesquisa, ligada ao fato de que em condições especiais pode ser gerado até 40% de empuxo para sua propulsão e, em condições adversas, pode gerar uma eficiência de mesmo percentual. O custo inicial da embarcação portadora dos rotores também é questionado, já que aspectos de estabilidade, arranjo estrutural e disposição de cargas nos conveses específicos devem ser observados. A tecnologia também possui especificidades quanto ao tipo de carga: no caso de transporte de granéis líquidos, por exemplo, onde o valor agregado é pequeno, o custo alto de um navio deste tipo inviabilizaria a operação.

4.2.1.2 - Sistema SkySails

O SkySails consiste de um sistema totalmente automatizado para a propulsão de embarcações e um sistema de motorização otimizado para ventos. É composto por cinco componentes principais: uma vela de poliamida interligada a cabos, um sistema de

lançamento e recolhimento, um controle automatizado, um gerador e energia elétrica e uma plataforma-suporte (FIGURA 3).

Figura 3: Estrutura do equipamento SkySails



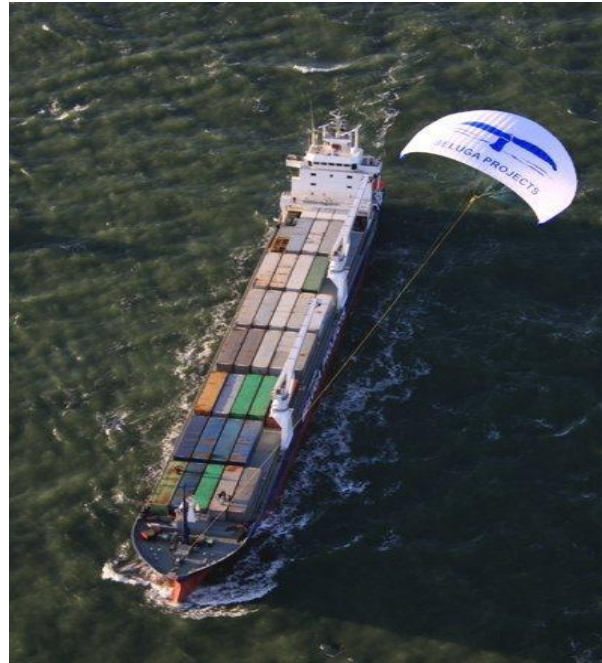
Fonte: (www.skysails.info/).

A energia é gerada quando o vento impulsiona o cabo conectado à vela e a um tambor, o qual é interligado a um gerador de energia elétrica. Essa é a etapa geradora de energia onde a força do vento é convertida em eletricidade. A fase de retorno começa uma vez que o cabo é esticado até seu comprimento máximo. A vela é então automaticamente posicionada. Neste estágio, sua força de tração ainda é muito baixa, quando então o gerador começa a agir como um motor, puxando os cabos até que seu comprimento esteja curto o suficiente para que a nova fase geradora de energia se inicie. O processo de recolhimento da vela consome apenas uma fração da energia anteriormente gerada anteriormente. A energia residual é, então, enviada à rede elétrica da embarcação. Este sistema opera em altitudes entre 200 e 800 metros e pode ser instalado tanto em estruturas tradicionais de offshore quanto em plataformas flutuantes. É utilizado em alto mar, adicionalmente à propulsão do motor dos navios, se as condições do vento o permitirem. A eficiência da vela gigante que se assemelha a um parapente depende das condições climáticas, mas o sistema SkySails possui a vantagem de aproveitar não só ventos pela popa, como ventos laterais.

O MS Beluga SkySails foi o primeiro navio cargueiro comercial parcialmente movido por uma dessas velas. Em Janeiro de 2008, o navio partiu para sua primeira viagem transatlântica, tendo saído do porto alemão de Bremerhaven com destino a Guanta, na Venezuela. Com a

utilização da energia eólica, a embarcação é capaz de reduzir o consumo de combustível fóssil em até 35%, dependendo da condição dos ventos. Desta maneira, o navio poupa os recursos naturais e contribui para a redução da emissão de CO₂ na atmosfera.

Figura 4 – MS Beluga SkySails



Fonte: (www.revolutionkite.wordpress.com/).

4.2.2 – Energia Solar

Navios mercantes são asseguradamente o meio mais utilizado para o transporte de mercadorias nos mares. São também poluidores notórios. Pode ser observado, contudo, um movimento ambiental crescente, o que possibilitou uma maior atenção por parte das empresas de navegação no que diz respeito a reduzir o impacto ambiental da atividade. Um meio possível de atingir este objetivo é através do uso de sistemas geradores de energia através da energia solar, utilizados a bordo.

Para captar esta energia, são utilizados painéis de células fotovoltaicas - o elemento básico de um sistema fotovoltaico - onde a conversão da energia radiante em eletricidade de fato acontece. Um conjunto de células associadas em série formam um painel fotovoltaico e, com outros dispositivos acumuladores, conversores e inversores constituem um sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica. A confiabilidade desse sistema é uma das características mais importantes, assim como sua capacidade de expansão devido à sua apresentação em módulos. Um sistema fotovoltaico utilizado como complemento de energia

elétrica em relação à fonte tradicional ainda possui a vantagem de não interferir em toda a rede elétrica de bordo no caso de alguma falha, limitando-se a um reparo específico.

No mar desde 27 de setembro de 2010, o barco Turanor Planetsolar completou metade de sua missão: dar a volta ao mundo usando para isso somente energia solar como fonte de energia (ela alimenta dois motores de cada lado do navio). A energia é captada pelos 825 módulos solares que ocupam 537 m² da superfície na embarcação com 31 metros de comprimento e 15 de largura.

O barco leva uma bandeira Suíça, pois seu projeto é deste país e tem apoio do governo suíço. Apesar disso, empresas alemãs patrocinam a iniciativa. Seis pessoas estão a bordo da embarcação que levou 14 meses para ser construída, na Alemanha. A expedição é uma iniciativa de empresas alemãs envolvidas com tecnologias usadas no barco, que querem mostrar ser possível dar a volta ao mundo com uma embarcação movida a energia solar. O barco começou sua viagem em 27 de setembro de 2010, em Mônaco, e completou metade da missão no dia 12 de maio, quando chegou à Nova Caledônia, na Oceania. A energia solar é captada pelos 825 módulos solares que ocupam 537 m² da superfície; ela é responsável por movimentar dois motores de cada lado do navio. A autonomia do Turanor Planetsolar é de três dias sem sol.

A energia solar é captada pelos 825 módulos solares que ocupam 537 m² da superfície; ela é responsável por movimentar dois motores de cada lado do navio. A autonomia do Turanor Planetsolar é de três dias sem sol.

Figura 5 - Barco Turanor Planetsolar



Fonte: (<http://www.dicasdosergio.com.br/wp-content/uploads/2011/05/barco2.jpg>)

Ao longo dos últimos anos, avanços significativos foram feitos em termos de desenvolvimento de painéis solares que sejam mais leves, eficientes e adequados para as condições agressivas do meio ambiente marítimo. Neste estágio, a energia solar sozinha ainda não é capaz de suprir todas as necessidades dos navios mercantes. No entanto, pode ser considerada uma importante fonte alternativa da energia utilizada a bordo, ajudando a reduzir o consumo de combustível e as emissões de gases prejudiciais à nossa atmosfera.

4.2.2.1 MV Auriga Leader

O navio parcialmente movido a energia solar, Auriga Leader, é o resultado de uma série de tecnologias inovadoras, como um sistema de armazenamento de energia solar mais eficiente, além de estruturas capazes de tratar sua água de lastro. Utilizando uma enorme quantidade de painéis solares, o Ro-Ro projetado para transportar até 6000 veículos da empresa Toyota é fruto de um investimento em torno de 2 milhões de dólares.

Assim como em novas tecnologias tal qual SkySails, a performance desta embarcação é monitorada constantemente rumo ao seu aperfeiçoamento e ao reconhecimento de futuras modificações possíveis. Desde seu lançamento, os responsáveis pela embarcação vem assegurando a continuidade de sua sustentabilidade.

O Auriga Leader contribuiu não só para prover a confiança necessária nos prospectos de desenvolvimento sustentável no domínio marítimo internacional, mas também mudou as previsões sobre o futuro das operações na marinha mercante.

Fontes de energia alternativas e sustentáveis se provam cada dia mais o futuro dos sistemas de propulsão de embarcações. Este navio é, de maneira inegável, um grande avanço rumo à construção comercial de navios sustentáveis.

4.2.3 – Navios Híbridos

Conforme Woud e Stapersma (2002), o que define um sistema propulsor como híbrido é a possibilidade de se operar em modos de geração ou utilização de potência de forma distinta ou combinada, que podem ser utilizados normalmente; ou seja, sem que se trate de uma operação emergencial. Um navio híbrido pode realizar sua propulsão baseado em fontes de energia de propulsões diferentes, podendo ser a base de combustível, como um motor diesel, ou através de uma fonte de energia acumulada, como uma bateria, além de motores elétricos. Existem muitos tipos de híbridos, e escolher o mais eficiente varia de acordo com o objetivo a ser cumprido.

O conceito de propulsão híbrida em si não é novo. Sua inovação está situada na avaliação de outras possibilidades de utilizá-lo combinando fontes de energia de propulsões sustentáveis, o que pode significar reduções significativas dos poluentes provenientes das operações comerciais enquanto a embarcação está atracada ou fundeada, além de franca economia de combustível.

4.2.3.1 Propulsão DEM

O chamado sistema híbrido de propulsão ainda é relativamente pouco conhecido e pouco utilizado no transporte marítimo comercial em comparação com os sistemas mais conhecidos de propulsão – o Diesel-Elétrico e o Diesel-Mecânico.

Também conhecido como sistema Diesel-Elétrico-Mecânico ou DEM, este sistema se mostra uma alternativa bastante interessante para embarcações cujo perfil operacional alterne momentos de alta e baixa demanda de potência propulsiva, de embarcações que precisem de grande redundância de propulsão, mas nas quais a utilização de propulsão diesel-elétrica não seria eficiente, e de embarcações que possuam mais de um perfil operacional distinto. Por ser um sistema intermediário entre a propulsão diesel-mecânica e a diesel-elétrica, este sistema combina os benefícios de cada um dos tipos de forma a trabalhar sempre com a maior eficiência possível. Já foi testado em projetos de embarcações de apoio marítimo tais como PSVs e AHTSs.

Na sua aplicação em PSVs, o DEM se apresenta na forma de um sistema que, quando em trânsito, opera uma propulsão mecânica acionada através de uma única linha de eixo e caixa redutora; no entanto, quando em posicionamento dinâmico, a caixa redutora é desacoplada e os motores diesel passam a acionar geradores de eixo, com o navio mantendo posição através de impelidores laterais (thrusters) retráteis e de túnel acionados por motores elétricos.

Segundo Barcellos (2012), Apesar de parecer mais complexo e de efetivamente possuir mais elementos que um sistema diesel-elétrico padrão, o sistema DEM é composto de elementos mais simples, de menor potência e de menor custo de aquisição que o conjunto de um sistema Diesel-Elétrico.” Conclui-se que, ainda que mais complexo em sua implantação a bordo, a possibilidade de economia e melhor adequação operacional que o conceito deste sistema apresenta indica que há um cenário favorável ao estudo de mais aplicações do tipo.

4.3 – Controle de Situações com Risco de Poluição

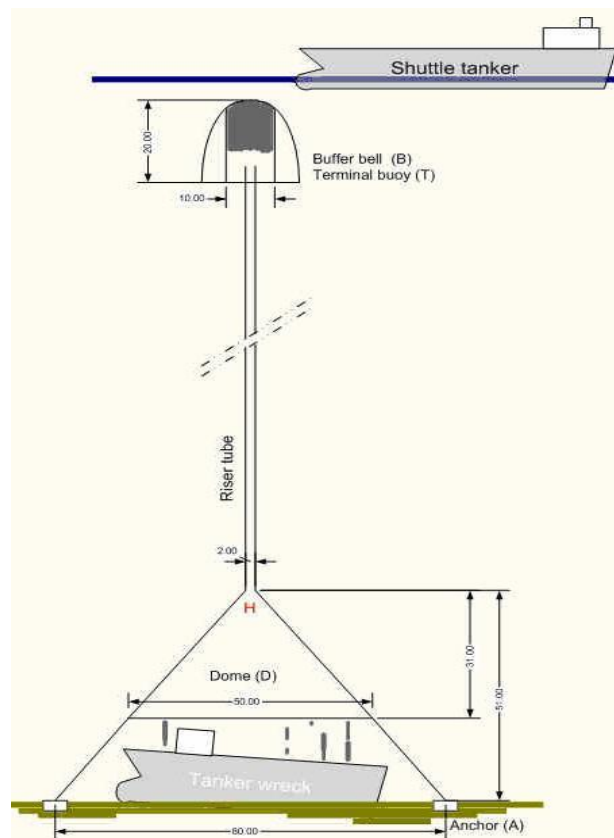
Outra maneira para prevenir a poluição consiste em controlar situações com um risco

pré-existente, para que não se transforme numa real situação onde a água possa ser contaminada. São apresentadas algumas tecnologias com esse intuito abaixo:

4.3.1 – DIFIS

Quando uma embarcação naufraga, carrega toneladas de óleo consigo diretamente para o fundo do mar. Este óleo, seja ele combustível ou proveniente dos tanques de carga, eventualmente pode vaziar, causando sérios derramamentos de óleo como pôde ser observado no acidente envolvendo o petroleiro Prestige, em 2002. A preocupação crescente com esta possibilidade incentivou a criação de diversas inovações tecnológicas, financiadas por organizações e companhias em torno do planeta. O chamado DIFIS (Double Inverted Funnel for the Intervention on Shipwrecks) é uma tecnologia promissora desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Marítima dos Países Baixos, também conhecido como MARIN. Este equipamento possui a intenção de combater de maneira eficiente e direcionada qualquer vazamento de óleo proveniente de naufrágios.

Figura 6 – Estrutura do equipamento DIFIS



Fonte: Cozijn, Hans. Projeto MARIN FP6-516360 “DIFIS” pág.1

O sistema é constituído por uma estrutura cônica – assemelhando-se à forma de um funil invertido – ancorada acima do naufrágio de maneira que toda a área do acidente seja coberta e que qualquer vazamento possa ser coletado. O sistema de ancoragem fixa e estabiliza a estrutura, adaptando-se ao assoalho marinho. A mistura oleosa coletada anteriormente passa por um tubo longo e flexível, sendo transportada para um segundo cone próximo ao nível de superfície da água. Este segundo cone fabricado em metal, também chamado de “Buffer Bell”, atua como um separador e um reservatório de óleo. O óleo é coletado na parte superior do cone através da atuação da gravidade, separando a água na parte inferior do cone devido à sua maior densidade. Desta maneira, forma-se um sistema simples e seguro de coleta de óleo, que não exige fontes de energia externa para seu funcionamento. O “buffer bell” também funciona como um terminal flutuante, mantendo a tensão em todo o tubo flexível e permitindo a coleta rápida e eficiente do óleo por parte de navios petroleiros voltados para o uso em campos offshore.

Ao descrever os processos de uma operação onde o sistema DIFIS será utilizado, inicialmente um ROV (Veículo Operado Remotamente) é enviado ao local do acidente para determinar as condições do assoalho marinho. Em seguida, começa a instalação de todo o sistema com a utilização de guindastes posicionados próximos ao naufrágio. Após sua instalação, o equipamento não necessita de intervenção humana para seu funcionamento, apenas de inspeções esporádicas para avaliar quaisquer danos estruturais, bem como para coleta do óleo acumulado.

Figura 7 – Movimentação da estrutura cônica do DIFIS



Fonte: Cozijn, Hans. Projeto MARIN FP6-516360 “DIFIS”, pag. 5

4.3.2 – Embarcações Anti-Poluição

As embarcações anti-poluição são um tipo especial de embarcação, empregado para absorver poluentes das águas oceânicas durante acidentes da navegação ou qualquer outro incidente que acarrete em poluição marítima. Os poluentes podem incluir vazamentos de óleo, lixo oriundo das embarcações ou qualquer outro tipo de poluição marítima decorrentes de lançamentos ao mar.

Também denominados “Oil Spill Recovery Vessel” (OSRV), estes navios são equipados com equipamentos e sistemas cuja principal função é recolher substâncias poluentes alijadas ao mar, para que as mesmas possam ser descarregadas em terra e, caso necessário, enviadas para suas devidas estações de tratamento. Algumas das principais estruturas incluem bombas utilizadas para combate a incêndio e para descontaminar praias, costas e costados de outras embarcações, líquidos desinfetantes, kits para combate de vazamentos de óleo, barreiras de contenção e dispersantes. Juntamente com a facilidade de limpeza de acidentes em águas costeiras, esta embarcação também porta contêineres específicos para recolher detritos.

As embarcações anti-poluição constituem uma alternativa rápida e eficiente para áreas com maior risco de vazamentos, tais como regiões de exploração de petróleo ou mesmo áreas degradadas pelo alijamento de detritos, sendo um importante auxílio a outras estruturas e embarcações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dando seguimento ao objetivo inicial desta dissertação, observa-se o conceito de sustentabilidade como a principal motivação para o desenvolvimento de novas tecnologias direcionadas na prevenção da poluição do meio ambiente marítimo. Sejam combustíveis, propulsões ou fontes de energia alternativos, ou sejam práticas para controlar situações de risco de poluição, estes avanços tecnológicos promovem a proteção dos recursos naturais sem comprometer, no entanto, a eficiência da navegação. Foi observado que a energia solar e a eólica funcionam como fonte de energia complementar à tradicional, por ainda carecerem de alta tecnologia para suprir todas as necessidades de um navio. Ainda assim, promovem economia significativa de combustível fóssil, dentre outros benefícios relacionados ao meio ambiente. Outras tecnologias mostram que é possível obter equipamentos mais eficientes com novas utilizações de tecnologias já consagradas. Por último, porém não menos importantes, observou-se estruturas utilizadas para conter situações de risco de poluição que provam que a poluição pode ser evitada não somente no planejamento de construção da embarcação, como também na iminiência de determinado acidente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNUDM, **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar**. 1982. Disponível em: <www.marcoano.pt/component/docman/doc_details/94-cnudm>. Acessado em: 09 de junho de 2015

COZIUN, H. **DIFIS Concept for the Removal of Oil from Ship Wrecks - Hydrodynamic Scale Model Tests for Operational, Survival and Offloading Conditions and System Deployment**. Wageningen, the Netherlands: 2010. 10p

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Meio Ambiente Aquaviário**. Brasil: 2003. 50p

ENERGIA SOLAR. **Barco usa painéis solares**. Disponível em: <http://www.dicasdosergio.com.br/2011/05/barco-usa-paineis-solares/>. Acessado em: 27 de julho de 2015

HERZOG, H. O. **More Facts About the Flettner Rotor Ship**. Disponível em: <www.scientificamerican.com/article/more-facts-about-the-flettner-rotor/>. Acessado em: 17 de julho de 2015

IMO. **Concept of Sustainable Maritime Transport System**. London, United Kingdom: 2013. 34p

LEI Nº 9.605. **Lei de Crimes Ambientais**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acessado em 12 de junho de 2015

MARPOL, **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships**. 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto. Disponível em: <http://www.imo.org/TCD/contents.asp?doc_id=678&topic_id258>. Acessado em: 10 de junho de 2015

MORE, R. F.. **A poluição do meio ambiente marinho e o princípio da precaução**. Disponível em: <<http://www.sedep.com.br/?idcanal=22880>>. Acessado em: 18 de junho de 2015

SHARDA, F. **What are Anti Pollution Vessels**. Disponível em: <www.marineinsight.com/marine/types-of-ships-marine/what-are-anti-pollution-vessels/>. Acessado em: 13 de julho de 2015

SKYSAILS. **Advantages, Components, Operation**. Disponível em: <www.skysails.info/english/skysails-marine/skysails-propulsion-for-cargo-ships/>. Acessado em 10 de julho de 2014

WOUD, H. K.; STAPERSMA, D. **Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems**. London: IMarEST, 2002. 494p