

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS – APMA 1**

**VANESSA DE SOUZA MUNHOZ**

**TRANSPORTE AQUAVIÁRIO E SUSTENTABILIDADE**

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**VANESSA DE SOUZA MUNHOZ**

**TRANSPORTE AQUAVIÁRIO E SUSTENTABILIDADE**

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

Orientador: OSM Ramessés César da Silva Ramos

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**VANESSA DE SOUZA MUNHOZ**

**TRANSPORTE AQUAVIÁRIO E SUSTENTABILIDADE**

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

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

Orientador: OSM Ramessés César da Silva Ramos

---

Assinatura do Orientador

---

Assinatura do Aluno

## DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia a todos os amigos mercantes que amam a natureza e sabem da sua extrema importância para nossa profissão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus, pois sem ele não seria capaz de concluir mais essa etapa. À minha família e amigos, por me apoiarem, e sempre acreditarem no meu sucesso.

*“Tenho esperança de que um maior conhecimento do mar, que há milênios dá sabedoria ao homem, inspire mais uma vez os pensamentos e as ações daqueles que preservarão o equilíbrio da natureza e permitirão a conservação da própria vida.”*

*(Jacques Cousteau, oceanógrafo)*

## RESUMO

Este estudo pretende ressaltar a importância da proteção ao meio ambiente. A degradação ambiental, tem se mostrado como um grave problema mundial, afetando não só o ser humano, mas também todos os ecossistemas e formas de vida. Serão abordadas as formas de poluição à natureza provenientes do transporte aquaviário: os impactos gerados por grandes derramamentos de óleo; a inserção de espécies nocivas e exóticas pela água de lastro; as emissões de poluentes atmosféricos; o lançamento de esgoto ao mar e o lixo que é produzido pelas embarcações; além de citar as principais convenções e regulamentos vigentes. Por outro lado, mostrar como o uso de novas tecnologias podem ajudar muito na redução da poluição, criando assim uma consciência mais sustentável, ou seja, o uso dos mares e dos recursos naturais, sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras.

Palavras-chave: Impactos. Meio ambiente. Tecnologias. Transporte Aquaviário. Sustentável. Poluição.

## **ABSTRACT**

This study intends to emphasize the importance of environmental protection. Environmental degradation has proved to be a serious global issue, affecting not only humans, but also all ecosystems and life forms. Will be addressed the forms of pollution to the nature from the marine transportation: the impacts of large oil spills, the insertion of harmful and exotic species by ballast water, emissions of air pollutants, the discharge of sewage into the sea and the waste that is produced by the vessels, mentioning the main conventions and regulations in force. On the other hand, show how the use of new technologies can greatly help to reduce pollution, thus creating a more sustainable awareness, that is, the use of the seas and natural resources, without compromising the satisfaction of the needs of future generations.

Keywords: Impacts. Environment. Marine transportation. Sustainable. Pollution.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1:Ciclo da água de lastro.....	11
Figura 2: Mexilhão-dourado introduzido no Brasil. ....	13
Figura 3:Destinos do óleo num derramamento .....	17
Figura 4: Extensão da mancha de óleo do Exxon Valdez .....	20
Figura 5: Baleia morta no acidente.....	21
Figura 6: Gases resultantes da queima do bunker.....	25
Figura 8: Código de cores dos resíduos sólidos.....	28
Figura 9: Navio Ecológico a propulsão solar e eólica.....	37
Figura 10: Efeito Magnus nos rotores .....	38
Figura 11:Flettner rotor ship .....	39
Figura 12: O primeiro navio de carga a usar o Skysail.....	40
Figura 13:Projeto E/S Orcelle.....	41
Figura 14:Ballast free ship.....	41
Figura 15: Esquema casco duplo.....	44

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO</b> .....	11
<b>2.1 Poluição por água de lastro</b> .....	11
<b>2.2 Poluição por óleo</b> .....	14
<b>2.2.1 Decomposição e desintegração do óleo</b> .....	15
<b>2.2.2 Desastres marítimos</b> .....	18
2.2.2.1.1 <i>Causas</i> .....	20
2.2.2.1.2 <i>Consequências</i> .....	21
2.2.2.1.3 <i>OPA 90</i> .....	22
2.2.2.2 <i>Braer</i> .....	22
2.2.2.2.1 <i>Comparação dos acidentes Braer e Exxon Valdez</i> .....	23
<b>2.3 Poluição do Ar</b> .....	24
<b>2.3.1 Gases de efeito estufa</b> .....	26
<b>2.4 Poluição por esgoto</b> .....	26
<b>2.5 Poluição por lixo</b> .....	27
<b>3. NORMAS E LEGISLAÇÕES</b> .....	30
<b>3.1 Legislação internacional</b> .....	30
<b>3.1.1 OILPOL54</b> .....	30
<b>3.1.2 INTERVENTION</b> .....	31
<b>3.1.3 CLC 69</b> .....	31
<b>3.1.4 FUND 71</b> .....	32
<b>3.1.5 MARPOL 73/78</b> .....	32
<b>3.1.6 OPRC</b> .....	33
<b>3.1.7 AFS</b> .....	34
<b>3.1.8 BWB</b> .....	34

3.1.9 LC, 72 .....	34
3.1.10 SRC, 2009 .....	35
3.2 Legislação Nacional .....	35
3.2.1 NORMAM 20 .....	36
3.2.2 Lei do óleo .....	36
4. TECNOLOGIAS CRIADAS PARA REDUÇÃO DA POLUIÇÃO .....	37
4.1 Eco Marine Power Wind – Solar Ship .....	37
4.2 Velas de Rotor .....	38
4.3 SkySails/ Kite ship .....	39
4.4 E/S Orcelle .....	40
4.5 Eliminação da bioinvasão - Navio sem água de lastro .....	41
4.6 Substituição de combustível - Uso de LNG .....	42
4.6.1 Tri-Fuel diesel Electric Propulsion Ships (TFDE) .....	42
4.7 Sistema de purificação de enxofre .....	43
4.8 Formas de otimizar a eficiência das embarcações .....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O comércio internacional representa a troca de bens e serviços através de fronteiras internacionais. Esse é um dos fatores essenciais para o crescimento econômico de um país. O modo aquaviário se apresenta como o modo mais simples e econômico para o transporte de mercadorias por grandes distâncias.

Devido a crescente demanda desse modal, somou-se as preocupações com o meio ambiente, principalmente pela ocorrência de grandes acidentes que chocaram a comunidade marítima internacional.

De acordo com artigo 3º, III, da lei 6938/81 da PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente), “poluição” é qualquer atividade que venha causar 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 sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Os recursos naturais não são ilimitados, por essa razão, o conceito de desenvolvimento sustentável foi reconhecido internacionalmente em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo na Suécia. Adotou-se a idéia de que o desenvolvimento socioeconômico e o meio ambiente, que eram abordados separadamente, podem ser geridos de uma forma mutuamente benéfica.

Foi criada então em 1983, a Comissão Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, cujo papel era investigar a preocupações levantadas nas décadas anteriores acerca dos graves e negativos impactos das atividades humanas sobre o planeta, e como os padrões de crescimento e desenvolvimento poderiam se tornar insustentáveis caso os limites dos recursos naturais não fossem respeitados.

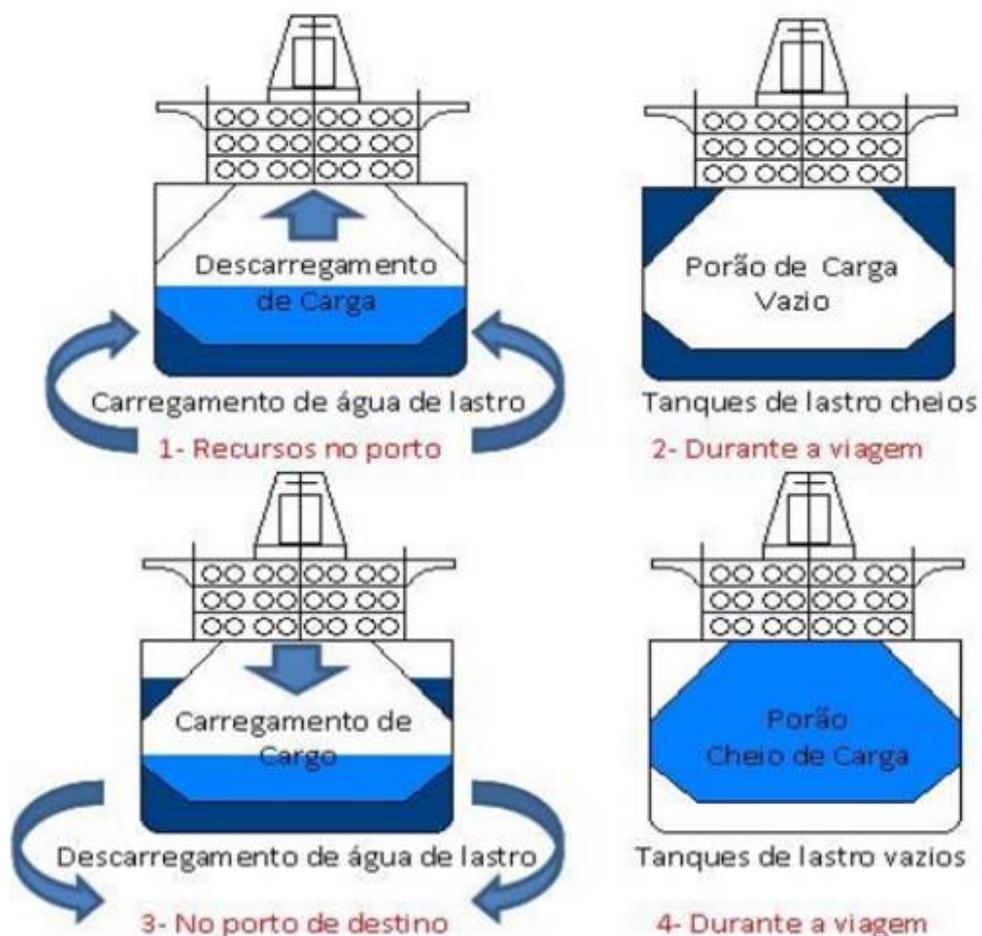
Tendo em vista a grande importância da questão ambiental, este trabalho pretende abordar algumas das formas de poluição decorrentes das atividades marítimas, analisar os meios de reduzir a poluição e as medidas mitigadoras empregadas atualmente para diminuir os impactos ao meio ambiente.

## 2. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO TRANSPORTE MARÍTIMO

### 2.1 Poluição por água de lastro

Os navios dependem do uso de lastro para manter sua estabilidade e sua integridade estrutural. Até 1880 utilizaram-se pedras ou areia para lastrear as embarcações. A partir daí, generalizou-se o uso de água e, até hoje, não se encontrou substituto melhor. Os tanques ou porões são carregados com água do porto ou do litoral em que se encontram; o navio empreende a viagem e descarrega essa água no litoral ou dentro do porto de escala seguinte. Nesse "intercâmbio" de água de lastro, movimenta-se grandes quantidades de água entre diferentes regiões do globo.

Figura 1: Ciclo da água de lastro



Fonte: <http://batepapocomnetuno.blogspot.com/2015/04/no-balanco-do-navio.html>

Com essa prática, o transporte marítimo, ao longo dos anos, vem mudando a diversidade biológica marinha, através de organismos incrustados na parte submersa de seus cascos e do manuseio da água de lastro. A transferência de organismos nocivos vinha crescendo demasiadamente, causando males aos ecossistemas marinhos, danos à saúde das pessoas e à atividade pesqueira, gerando um grande impacto ecológico e econômico.

Vários fatores contribuem para o estabelecimento de espécies estranhas ao habitat como: características biológicas, condições do meio ambiente onde estão sendo introduzidas, o clima, número de indivíduos introduzidos (se o número é suficiente para estabelecer uma população), competição com as espécies nativas e a disponibilidade de alimento. As áreas fechadas como os portos, por exemplo, são as mais suscetíveis para o sucesso da colonização. As dragagens e drenagens também abrem portas para inserção de novas espécies, porque mudam o regime hidrográfico.

Podemos destacar algumas invasões com sucesso:

- O mexilhão zebra, *Dreissena polymorpha*, que se estabeleceu nos Grandes Lagos EUA, e ocupa 40% dos rios de norte a sul, provenientes da Europa, que causou prejuízo de milhões de dólares por ano com remoção de incrustação e controle. (Julieta Salles & Rosa Cristina Corrêa, 2004)
- Uma epidemia de cólera que começou na Indonésia em 1961 e completou seu ciclo global em 1991. Acredita-se que tenha sido introduzida na América do Sul por tráfego marítimo. Em 1991 e 1992 os EUA detectaram o *Vibrio cholerae*, em água de lastro de navios oriundos da América do Sul, encontrados em águas com salinidades diferentes, indicando sua habilidade de sobrevivência em meio estuarino e marinho. (Julieta Salles & Rosa Cristina Corrêa, 2004).
- Mexilhão dourado *Limnoperna fortunei*, causando problemas nos equipamentos das unidades da Usina Hidrelétrica de Itaipu no Brasil.

Figura 2: Mexilhão-dourado introduzido no Brasil.



Fonte: <http://professoralucianekawa.blogspot.com/2013/10/a-poluicao-marinha-bioinvasao.html>

### 2.1.1 Gerenciamento da água de lastro

A IMO (Organização Marítima Internacional), regulamenta o transporte e as atividades marítimas com relação à segurança, meio ambiente, e matérias legais relacionadas. Desde 1993 o MEPEC (Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho), vinha trabalhando para elaborar dispositivos legais referentes ao gerenciamento da água de lastro, junto às diretrizes para sua efetiva implementação

Então em 1997, foi criada a resolução A.868(20) “As diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios”. Esta resolução expôs um conjunto de normas, com a finalidade de controlar e limitar a transferência indesejável de organismos patogênicos pela água de lastro. Também profere, que todo navio que usar água como lastro deve ser dotado de um plano de gerenciamento, para que assim, tenha procedimentos seguros e eficazes. Esse plano deve ser incluído na documentação operacional da embarcação, e deve estar disponível para a autoridade do Estado do Porto, que por sua vez, tem o dever de informar aos agentes locais e navios, as áreas e situações em que o manuseio da água de lastro se torna restrito, devido a registro de agentes nocivos naquele ambiente.

Podemos destacar que a resolução aconselha que a água de lastro seja feita na troca oceânica, ou seja, trocar a água dos tanques antes de atingir as 200 milhas da costa e possuir no mínimo 200 m de profundidade. Essa diretriz foi designada

pelo fato de a água costeira apresentar características físico-químicas diferentes da oceânica, e por essa razão a maioria dos organismos que vivem na costa não sobreviveriam em águas oceânicas e vice-versa.

Em 2004, a IMO criou a Convenção Internacional para Controle de Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, que entrou em vigor um ano mais tarde, confirmada por 30 países que representavam 35% da frota mundial mercante, sendo ratificada pelo Brasil em 2010.

De acordo com essa convenção os navios deverão possuir a bordo um plano de gerenciamento e um livro de registro da água de lastro. Foram estabelecidos padrões para a troca e tratamento da água de lastro das embarcações, e a realização de pesquisas técnicas sobre a gestão da água de lastro e monitoramento de seus efeitos.

## **2.2 Poluição por óleo**

Petróleo de acordo com a língua portuguesa significa “óleo de pedra”, ou seja, óleo extraído da rocha. É uma mistura de substâncias oleosas, inflamável, geralmente menos densa que a água, com cheiro característico e coloração que pode variar desde o incolor ou castanho claro até o preto, passando por verde e marrom.

Trata-se de uma combinação complexa de hidrocarbonetos, composta na sua maioria de hidrocarbonetos alifáticos, alicíclicos e aromáticos, podendo conter também quantidades pequenas de nitrogênio, oxigênio, compostos de enxofre e íons metálicos, principalmente de níquel e vanádio. Esta categoria inclui petróleos leves, médios e pesados, assim como os óleos extraídos de areias impregnadas de alcatrão.

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.

Devido 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.

A poluição ocasionada por derramamento de petróleo pode ser proveniente de operações rotineiras, ou por acidentes, com grandes impactos ambientais. Este óleo pode ser bruto ou produtos derivados do petróleo e, ambas as formas, são extremamente nocivas ao ambiente. Um dos grandes problemas desse tipo de poluição é o fato de se espalhar rapidamente devido à ação do vento e correntes. Com isso, a mancha pode ser levada a regiões de maior risco, principalmente no caso de operações próximas à costa.

### **2.2.1 Decomposição e desintegração do óleo**

Quando ocorre um vazamento, o óleo pode sofrer diversos processos mecânicos, químicos ou biológicos, chamados de intemperismo, acarretando na sua desintegração e decomposição. O óleo pode seguir vários destinos como: evaporação, encalhe em praia, emulsificação, oxidação, espalhamento, dispersão, sedimentação, dissolução e biodegradação.

- **Emulsificação:** Muitos tipos de óleo tendem a absorver água formando emulsões, que são extremamente viscosas, dificultando assim sua dissipação. Esse é o principal motivo para a persistência de óleos leves e crus na superfície dos mares. Em condições moderadas e adversas de mar os óleos formam emulsões rapidamente, e sua estabilidade depende da concentração de asfaltenos. Os que possuem mais de 0,5% tendem a formar emulsões mais estáveis, enquanto os que contêm menor teor têm a probabilidade de se dispersar. As emulsões podem ser quebradas pelo aquecimento da água do mar pela luz do sol, sob condições calmas, ou quando encalhadas na costa.

- **Dispersão:** Ondas turbulentas na superfície do mar tendem a desprender bolhas da mancha de óleo. Estas bolhas são logo afetadas pelos outros processos de degradação (emulsificação, diluição, biodegradação). As gotas pequenas ficam em suspensão e as maiores voltam à superfície, atrás da superfície livre na frente da mancha, onde podem misturar-se com outras gotas, para mudar o aspecto da mancha, ou espalhar-se em uma camada muito fina. Este processo depende basicamente das condições de turbulência do local e da natureza do óleo, estabelecendo-se mais rapidamente na presença de ondas que se quebram.

- **Dissolução:** A taxa de dissolução do óleo depende de sua composição, do espalhamento da mancha, da temperatura e turbulência da água e da taxa de dispersão. Componentes pesados do óleo cru não se solubilizam, ao passo que os mais leves têm maior solubilidade em água. Concentrações de hidrocarbonetos dissolvidos, então, raramente excedem uma parte por milhão e a dissolução não tem contribuição significativa para a remoção de óleo da superfície do mar.

- **Oxidação:** É a reação química dos hidrocarbonetos com o oxigênio, quebrando-se em produtos solúveis, ou formando alcatrões persistentes. A radiação ultravioleta auxilia nesse processo. Sob forte luz solar, estas camadas se quebram em velocidades de não mais que 0,1% por dia. A oxidação das camadas mais espessas de óleo e as emulsões, caminham mais para persistência do que para degradação. Isto deve-se a formação de compostos de peso molecular mais altos, que formam uma camada exterior protetora. Como exemplo, temos os depósitos de alcatrão que por vezes encalham nas praias.

- **Sedimentação:** Poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar. O afundamento é usualmente ocasionado pela adesão ao óleo de partículas de sedimento ou de matéria orgânica. O óleo que normalmente flutua durante o dia pode submergir durante a noite, quando a temperatura cai devido ao maior aumento relativo da densidade, mas pode voltar à superfície quando a água aquecer. As águas rasas são mais favoráveis à sedimentação, pois muitas vezes carregam sólidos suspensos.

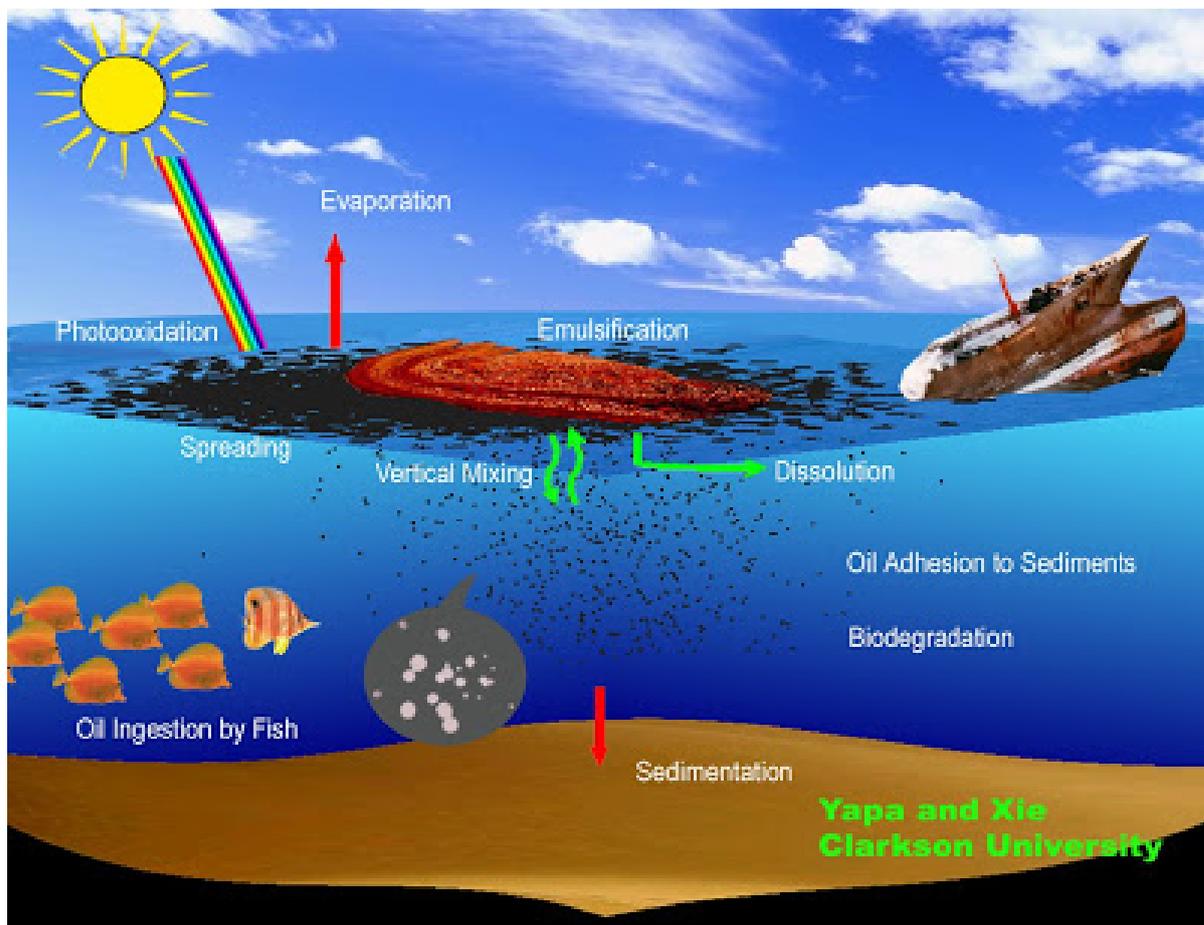
- **Biodegradação:** É a degradação do óleo por bactérias, mofo e fermentos encontrados na água do mar, que podem utilizar o óleo como fonte de carbono e energia. Eles tendem ser mais abundantes em águas cronicamente poluídas, que recebem descargas industriais não tratadas. Os principais fatores que afetam a velocidade da biodegradação são a temperatura, a existência de oxigênio e nutrientes. Embora certos micro-organismos consigam degradar uma larga variedade de compostos de óleos cru, alguns componentes são resistentes ao ataque. A biodegradação só ocorre na interface água-óleo, portanto o óleo encalhado na linha da costa acima da marca da maré alta, se quebrará de maneira muito lenta podendo persistir por muitos anos.

- **Evaporação:** O petróleo é um fluido com uma grande variedade de componentes. Estes por sua vez, possuem diferentes temperaturas de evaporação,

assim como diferentes graus de solubilidade e saturação no ar, o que torna complexo esse fenômeno. Vários autores concordam que a taxa de evaporação em uma mancha depende fundamentalmente dos seguintes fatores: velocidade do vento local, propriedades físicas do óleo, superfície da mancha, pressão de vapor, espessura da mancha, temperatura e condições de radiação no local.

- **Espalhamento:** É a expansão horizontal da mancha de óleo devida à tendência do óleo a escoar sobre si mesmo, causada por forças de gravidade e tensão superficial. 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.

Figura 3: Destinos do óleo num derramamento



Fonte: <http://estrategiaresposta.blogspot.com/2009/08/comportamento-do-oleo-no-mar-e-seu.html>

## 2.2.2 Desastres marítimos

### 2.2.2.1 Exxon Valdez

O petroleiro possuía 330m de comprimento, pertencia à companhia de navegação Exxon e foi construído pela National Steel and shipbuilding Company em San Diego na Califórnia, em 11 de dezembro de 1986, atendendo a padrões definidos pela Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios (Marpol): possuía tanques de lastro com maior proteção, distribuição dos tanques de carga ao longo do seu comprimento máximo e estabilidade em situação de dano. No entanto, economizaram US\$22,000,000 na construção de casco singelo, já que a Guarda Costeira foi convencida, desde 1977, que não havia necessidade de casco duplo.

Em 12 anos de transporte de óleo naquela região do Alasca, somente alguns desastres de menor importância e pequenos incidentes ocorreram, mas com certa frequência. Esses fatos já eram um sinal de que um desastre iminente estava para acontecer.

Até que no dia 23 de março de 1989, na quinta-feira, o comandante Joseph Hazelwood, o chefe de máquinas Jerry Glowacki e o oficial de rádio Joel Robertson, retornam ao terminal depois de alguns drinks nos bares da cidade de Valdez e logo são informados de que o navio partiria uma hora antes. O terceiro piloto Gregory Cousins, inicia os testes de navegação e a checagem de segurança no sistema de marchas. Se iniciam as manobras de saída do berço com dois rebocadores no suporte. O navio parte carregando 190000 toneladas de óleo cru na Baía de Prudhoe.

O práctico William Murphy assume a direção e tranquilamente faz a passagem pelos estreitos de Valdez. O navio segue viagem e o práctico solicita ao comandante que retorne ao passadiço, pois queria antecipar seu desembarque. Às 23h24 Murphy desembarca e o Centro de Controle de Tráfego de Navios é avisado. A partir daí o navio tanque aumenta sua velocidade e segue regime de cruzeiro.

Pouco depois Hazelwood faz duas mudanças de curso, devido a blocos de gelo no caminho. Mas em vez de ir para o sul tendo na proa a saída do estreito, a embarcação toma a direção Leste-Oeste. O capitão então começa as manobras de

desvio do gelo, passando próximo do arrecife rochoso de Bligh. Tudo parecia normal, Hazelwood resolve descansar e deixar a direção do navio com o terceiro piloto, que por sua vez, não possuía licença para pilotar pelo estreito de Prince Willian. Cousin depois de muitas horas de serviço e sem muita certeza, acaba não seguindo a ordem do comandante de virar à direita para retornar à faixa do tráfego de saída. Por volta das 00h05min o terceiro piloto faz uma chamada urgente ao comandante, mas já era tarde demais, pois o estrondo do choque do Exxon Valdez com as pontas da pedra de Bligh, rasgando o casco do petroleiro, já era uma tragédia anunciada.

A partir daí sucederam-se uma série de tentativas desesperadas e sem sucesso para tentar desencalhar o navio, contrariando a recomendação da Guarda Costeira, pois esta atitude poderia causar mais danos à embarcação, aumentando o vazamento dos oito tanques de carga perfurados e mais dois tanques de lastro que também tinham sido atingidos. Por volta das 03h30 a Guarda Costeira chegou ao local para resgatar os tripulantes, mas não tinham preparo e nem equipamentos adequados.

As equipes de emergência estavam despreparadas, os equipamentos de recolhimento e contenção de óleo não estavam devidamente prontos para uma ação rápida, e nem o plano de emergência do terminal de Valdez estava dimensionado para contenção de um derramamento de tamanha amplitude. Levou-se muito tempo para uma ação de resposta efetiva. Enquanto isso, a vida marinha ia morrendo pouco a pouco.

Estima-se que 36 mil toneladas de petróleo bruto foram ao mar e se espalharam, causando o maior desastre ecológico dos Estados Unidos, e um dos maiores da história. O vazamento do Exxon Valdez, que começou em 24 de março de 1989, continuou vazando e poluindo o meio ambiente até o dia 9 de abril do mesmo ano.

Sob pressão dos ecologistas e da opinião pública mundial, que ficou comovida com as imagens dos pássaros, lontras e baleias mortas, a Exxon mobilizou 11 mil homens para a inédita operação de limpeza. Equipou-os com 1.400 barcos, 85 aviões e recursos como bombas de sucção e bactérias devoradoras de petróleo. Biólogos limpavam as penas de pássaro por pássaro, lontras eram

alimentadas com lagostas frescas, cada pedra de cada praia era meticulosamente lavada e esfregada. O trabalho levou seis meses e custou US\$ 1 bilhão.

Figura 4: Extensão da mancha de óleo do Exxon Valdez



Fonte: <https://www.lieffcabraser.com/environment/exxon-valdez/>

#### 2.2.2.1.1. Causas

Com a descrição do acidente a que conclusão podemos chegar?

Uma série de erros poderiam ter evitado tamanha tragédia, dentre eles:

- A não obrigatoriedade de casco duplo;
- A ocorrência de pequenos acidentes e incidentes não fizeram com que as autoridades atentassem para necessidade de medidas mais rígidas no transporte de óleo naquela região;
- Boa parte da tripulação estava sob efeito de álcool, fato que pode diminuir a consciência, memória e sensibilidade, prejudicando a percepção do indivíduo, além de gerar um cansaço excessivo.
- O práctico desembarcou prematuramente, deixando o comandante responsável.
- Excesso de confiança do comandante nas mudanças de curso do navio;
- O capitão ausentou-se do passadiço, deixando o piloto que não possuía licença para tal manobra;

- Cansaço do piloto por estar muitas horas de serviço;
- Sucessivas tentativas de desenganche, contrariando as ordens da Guarda Costeira;
- O despreparo das equipes de emergência;
- Equipamentos inadequados para contenção do óleo;
- A demora na tomada de decisões por parte da Exxon;
- Mal dimensionamento do plano de emergência do terminal, etc.

#### 2.2.2.1.2 Consequências

- Estima-se que 250 mil aves marinhas, 2.800 lontras marinhas e 300 focas tenham morrido, segundo a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos EUA (NOAA).
- O óleo também atingiu a maior área de reprodução de salmão do mundo, e também de outros peixes, camarões e caranguejos.
- O arenque da região também foi afetado, consequentemente levando a uma redução dos seus predadores.
- Ausência de perspectivas da comunidade daquela região que vivia da pesca e tinha os recursos naturais como meio de subsistência.
- O turismo também paralisou, já que as pessoas visitavam a região pela beleza da flora e da fauna.

Figura 5: Baleia morta no acidente



Fonte: <https://centrodeestudosambientais.wordpress.com/2010/05/04/20-anos-depois-as-praias-do-alasca-ainda-tem-oleo-do-exxon-valdez/>

### 2.2.2.1.3 OPA 90

Devido às consequências catastróficas e a repercussão mundial do acidente com o petroleiro Exxon Valdez, foi decretado em 18 de agosto de 1990, o *Oil Pollution Act of 1990* ou lei nº 101-308, que ficou mais conhecida como OPA 90, cujo objetivo era fortalecer o embasamento legal americano associado com a prevenção, resposta e pagamento pelos custos dos derramamentos de óleo, fazendo exigências para o seu transporte por navio, armazenamento e manuseio em instalações próprias, e também redirecionando a política de envolvimento dos Estados Unidos, na elaboração e consolidação de tratados internacionais.

Segundo palavras do presidente dos EUA ao assinar o ato:

*O ato possibilita maiores salvaguardas ambientais no transporte de óleo para: estabelecer novos padrões para a construção naval, licença da tripulação e guarnecimento; apoiar o planejamento de contingência aumentar a capacidade federal de resposta; ampliar a capacidade de coerção da autoridade; majorar penalidades; e autorizar a pesquisa e desenvolvimento interinstitucional. Um fundo fiduciário de um bilhão de dólares estará disponível para a cobertura de custos com limpeza e danos não compensados pelos poluidores, cujas exigências de responsabilidade financeira estão significativamente aumentadas. (GEORGE BUSH, 1990)*

O Presidente acrescentou ainda que: *“a falha na ratificação de protocolos, que pode ter enfraquecido, em longo prazo, a liderança dos Estados Unidos no desenvolvimento de padrões marítimos internacionais”.*

A OPA 90 foi criada como uma emenda ao *Clean Water Act* (CWA), de 1972, com o propósito de reduzir o número de incidentes de poluição por óleo, e aperfeiçoar a estrutura do Estado para responder aos derramamentos. De acordo com esta lei, toda instalação tem obrigação de possuir planos de emergência desenvolvidos e implantados individualmente, para atender ao pior cenário possível de descarga.

### 2.2.2.2 Braer

O navio *Braer* encalhou em 5 de Janeiro de 1993, devido a severas condições de tempestade, em Garths Ness, no sul de Shetland, Escócia. No período de 12

dias, a carga total, correspondente a 84.700t de óleo cru leve, foi descarregada no mar e mais 1500t de óleo combustível.

Diversos fatores contribuíram para que a natureza do derramamento fosse amenizada. Tais como: leveza e natureza do óleo, facilidade de dispersão, a violência do mar, condições de vento e à natureza geomorfológica das costas adjacentes.

A MPCU (Unidade de Controle de Poluição marinha) foi imediatamente mobilizada antes do encalhe do petroleiro, colocando uma equipe para monitorar o derrame, aeronaves de dispersante de borrifo e equipamento de limpeza para as praias de Shetland. As operações foram bastante dificultadas pelo fato de severas condições de mau tempo, o que na verdade, auxiliou a quebra do óleo facilitando a dispersão natural. Como consequência disso, a quantidade de óleo acumulada na costa foi muito menor do que se esperava num derramamento de tamanha proporção.

Ao longo de toda a operação, a extensão do derramamento foi monitorada por aeronaves da MPCU, utilizando-se raios infravermelho e violeta, junto com o radar de visão oblíqua e câmera de vídeo.

O conselho das ilhas Shetland foi quem coordenou as operações de terra, através de um Centro Integrado de Resposta (*Joint Response Center – JRC*), contando também com a participação da Unidade de Controle de Poluição Marinha.

Muito pouco óleo foi encontrado nas costas rochosas, praias ou sedimentos rasos. A maior parte do óleo foi dispersado na coluna d'água para Oeste da Shetland..

#### *2.2.2.2.1 Comparação dos acidentes Braer e Exxon Valdez*

O acidente com o petroleiro Braer derramou 85.000t de óleo no mar, comparativamente muito maior que os 37.000 do Exxon Valdez. Entretanto, os impactos gerados pela poluição no Alaska, tiveram consequências muito mais graves do que o ocorrido em Shetland.

Podemos destacar as principais diferenças:

- Apesar do mal que causou à pesca e às fazendas, O Braer exigiu uma resposta física de limpeza bem modesta.

- O óleo transportado pelo Braer possuía muito baixo conteúdo de cera e asfaltênicos. Era naturalmente biodegradável com baixo conteúdo de saturados, contrapondo-se ao do Exxon que era de natureza pesada.
- As condições de mar turbulento ajudaram na dispersão do óleo na Escócia.
- acidente com o Braer mostrou que as equipes de emergências estavam melhor preparadas. Com o envolvimento e coordenação de muitas organizações como os Departamentos de Governos Centrais e Locais, além de organizações comerciais e corporações voluntárias. Todas organizadas, administradas e ajustadas numa estratégia de resposta global.

### **2.3 Poluição do Ar**

A poluição atmosférica é responsável por mudanças climáticas, gerando impacto a nível ambiental ou na saúde humana, através da contaminação por gases, partículas sólidas, líquidos em suspensão e material biológico. Além disso, tem ação direta no aquecimento global, sendo responsável pela degradação de ecossistemas e potencializadora de chuvas ácidas.

Cerca de 90% das mercadorias no mundo são transportadas por navio, incluindo, vestuário, matéria-prima, alimentos, brinquedos, materiais, equipamentos, energia, etc. São muitas embarcações mercantes cruzando o oceano todos os dias. Com o seu crescente desenvolvimento, e a conseqüente busca por maiores potências, o modal marítimo passou a contribuir significativamente na emissão de gases poluidores da atmosfera.

O transporte marítimo é responsável por mais de 3% das emissões globais de CO<sub>2</sub> e deve chegar até 5% até 2050. Os principais gases poluentes emitidos pelos navios são os Óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), os óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), o monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos não voláteis (NMVOC), além de material particulado (PM).

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<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> são convertidos em partículas finas, na forma de aerossóis de sulfatos e nitratos. Além das partículas emitidas diretamente

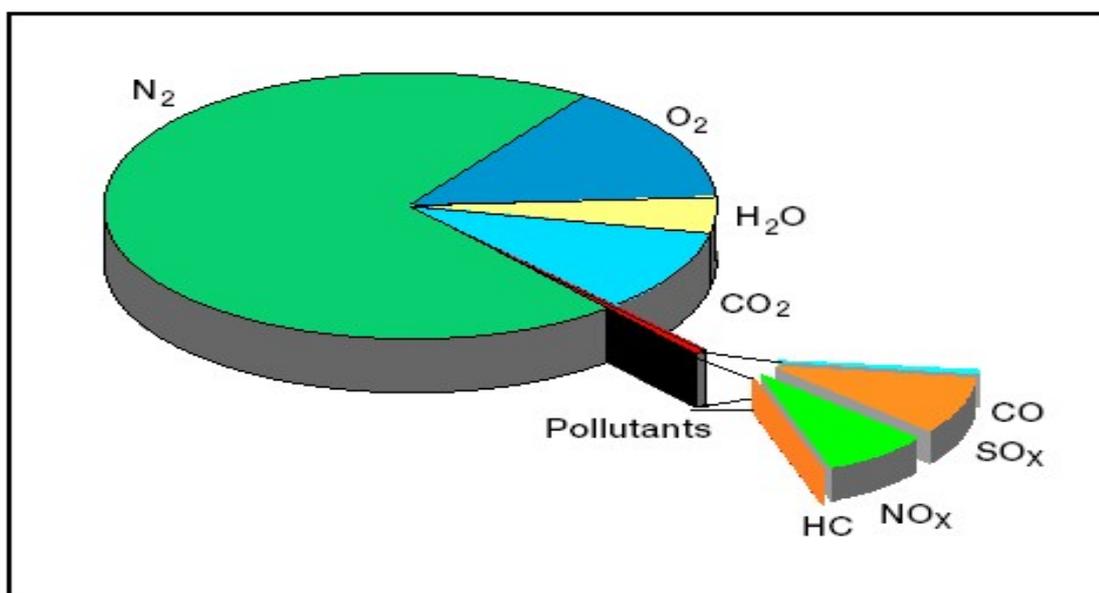
pelos navios, tais como o carbono negro (carbono produzido durante a combustão incompleta de combustíveis fósseis, com forte impacto climático), estas partículas secundárias aumentam o impacto sobre a saúde. Estas minúsculas partículas suspensas no ar estão ligadas a mortes prematuras, dado que após 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<sub>2</sub>), cerca de 3,3 milhões de toneladas de óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) 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 NO<sub>x</sub> de todas as fontes terrestres.

A percentagem desses gases na queima do bunker é bem menor do que a dos gases causadores do efeito estufa, conforme mostra a figura abaixo:

*Figura 6: Gases resultantes da queima do bunker*



Fonte: [www.syndarma.org.br/upload/A%20POLUI\\_\\_O%20DO%20AR%20POR%20NA%20VIOS.pdf](http://www.syndarma.org.br/upload/A%20POLUI__O%20DO%20AR%20POR%20NA%20VIOS.pdf)

### **2.3.1 Gases de efeito estufa**

São 6 os gases de efeito estufa, sendo os principais o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), os hidrofluorcarbonos (HFC5), os perfluorcarbonos (PFC5) e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Alguns desses gases, como os hidrofluorcarbonos, afetam diretamente a camada de ozônio (por essa razão frigoríficas usando halom freon ou gases semelhantes são proibidas). O aumento global do CO<sub>2</sub> decorre do uso de combustíveis fósseis enquanto o de metano e óxidos nítricos são devidos principalmente à agricultura. Segundo dados fornecidos pelo Dr. Pierre C. Sames, do Lloyd Germânico, o percentual de gases de efeito estufa da responsabilidade do transporte marítimo é pequeno quando comparado com outros setores industriais: cerca de 4% (dado de 2004).

Isso corresponderia a cerca de 1 ton de CO<sub>2</sub> equivalente emitida por navio em 2004. Na medida em que o transporte marítimo cresce, esses números irão aumentar. A maior velocidade dos navios aumenta também a emissão de gases, pois representa um aumento do consumo de bunker.

Se considerarmos que cada navio dispõe de 200 dias operacionais por ano e admitirmos 1 consumo médio de 180g/kwh, a frota mundial consumiria cerca de 0,39 bilhões tons em 2007 (sem incluir os motores auxiliares). Como a queima de 1 ton de combustível produz aproximadamente 3 tons de CO<sub>2</sub>, concluímos que todos os navios emitiram 1,16 bilhões tons de CO<sub>2</sub> em 2007.

Alguns analistas acreditam que, devido ao crescimento do transporte marítimo, em 2020 a quantidade de CO<sub>2</sub> da responsabilidade do transporte marítimo deverá crescer para mais de 2 bilhões de tons.

É incontestável que é necessário reduzir o aquecimento global e a poluição do ar causada pelo uso dos combustíveis fósseis. O uso de combustíveis menos poluentes, de motores mais eficazes e a construção de embarcações mais eficazes em termos de consumo de combustível são meios de redução da emissão dos gases de efeito estufa e dos gases poluentes.

### **2.4 Poluição por esgoto**

Segundo a IMO, navios em viagens internacionais podem despejar esgoto tratado em mar aberto se a embarcação estiver a pelo menos três milhas náuticas

longe da costa. Se o esgoto não for tratado, a distância mínima exigida é de 12 milhas náuticas.

Alguns dos navios mais modernos afirmam que não produzem quaisquer dejetos. Entretanto, muitos deles usam instalações de tratamento antiquadas, incapazes de filtrar a maioria dos elementos tóxicos do esgoto.

Navios de cruzeiro não são os destinos de férias mais amigos do meio ambiente. Na verdade, de acordo com o último *Relatório de Viagens em Cruzeiros dos Amigos da Terra*, eles provavelmente são os piores. Esses resorts flutuantes despejam mais de 3,7 bilhões de litros de esgoto no oceano por ano.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA estima que um navio de cruzeiro com três mil passageiros gera cerca de 570 mil litros de esgoto por semana – o bastante para encher 10 piscinas. Todos somam mais de 3,7 bilhões de litros de esgoto por ano.

Somando-se ao esgoto, também são despejados o que chamamos de águas cinzas, que são águas sujas provenientes de chuveiros e pias, piscinas dos cruzeiros, etc. Essas águas carregam vários produtos químicos como detergentes, cloro, que por sua vez também contribuem para a poluição do habitat marinho.

## 2.5 Poluição por lixo

Os resíduos gerados pelas embarcações são muitos e variados. São classificados e divididos em classes I e II de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004).

- Resíduos Classe I - Perigosos, tem como características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Essas características em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem causar risco à saúde pública, provocando ou acentuando de forma significativa um aumento de mortalidade ou incidência de doenças; risco ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.
- Resíduos Classe II – Não perigosos, por sua vez subdividem-se em:
  - a) Classe II A: Não inertes, tem como propriedades biodegradabilidade e a solubilidade em água. São passíveis de alterações durante a sua degradação, podendo gerar algum potencial impacto à saúde ou ao meio ambiente (lixo comum, resíduo alimentar etc.).

b) Classe II B: Inertes, sua alteração com o tempo, não gera nenhum impacto ao meio ambiente ou à saúde humana (latas de alumínio, latas de flandes (material estanhado com aço de baixo teor de carbono, revestido com estanho), madeira, papel, papelão...).

Todo lixo a bordo é segregado e contém recipientes específicos de acordo com seu tipo. São separados por cores:

Figura 7: Código de cores dos resíduos sólidos



Fonte: <http://www.reciclaambientalsc.com.br/a-importancia-da-reciclagem/cores/>

Depois de segregado o lixo é compactado, pesado e registrado para ser recolhido no próximo porto de destino.

Segundo o anexo V e Regra 9 da MARPOL, as embarcações com um comprimento total de 12 metros, ou mais, deve exibir cartazes escritos no idioma de trabalho informando à sua tripulação e aos seus passageiros as exigências relativas ao lançamento de lixo conforme aplicável.

Além disto, é exigido criar um Plano de Gerenciamento de Lixo, também escrito no idioma de trabalho, que deve conter procedimentos escritos para coleta, armazenamento, processamento e descarga do lixo, incluindo o uso de

equipamentos de bordo. Deverá ser designada, também, a pessoa encarregada de executar o plano.

Outro procedimento a ser adotado a bordo é o preenchimento do Livro de Registro de Lixo que apresentará os registros dos lançamentos correspondentes a cada incineração ou descarga com data e hora, posição do navio, descrição do lixo e quantidade estimada de lixo incinerado ou descarregado, a fim de comprovar que o lixo fora lançado de forma correta de acordo com as regras 3 e 5 desse mesmo anexo.

Embora todas essas regras existam, é difícil fiscalizar os navios quando em alto mar, por isso essa consciência de preservação do meio ambiente, deve ser parte da cultura de todos os cidadãos.

### **3. NORMAS E LEGISLAÇÕES**

#### **3.1 Legislação internacional**

A Organização Marítima Internacional (OMI) é a agência especializada das Nações Unidas com a responsabilidade pela proteção e segurança da navegação e a prevenção da poluição marinha por navios. Ela regulamenta o setor marítimo, e adota medidas universais para que seja justo e eficaz, e não comprometam a segurança ambiental.

As comissões especializadas da IMO e os seus sub-comitês são o foco para o trabalho técnico para atualizar a legislação existente ou desenvolver e adotar novas regulamentações, com reuniões com a participação de especialistas marítimos dos Governos membros, juntamente com os de interesse de organizações intergovernamentais e não-governamentais.

Dentre as principais convenções da IMO relacionadas ao meio ambiente marinho temos: OILPOL 54, INTERVENTION, CLC, MARPOL, OPRC, AFS, BWM, SRC, dentre outras.

##### **3.1.1 OILPOL54**

A Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo, 1954, é a primeira convenção internacional reconhecida, visando prevenir a contaminação por óleo transportado pelos navios, realizada pelo governo britânico em 1954, por iniciativa do Conselho Econômico e Social das Nações Unidas.

Essa convenção tomou consciência de que a maioria dos casos de poluição da água do mar por óleo eram provenientes das rotinas operacionais dos navios como, por exemplo, limpeza dos tanques de carga de um petroleiro. Na década de 50, a prática normal era simplesmente lavar os tanques com água e a mistura resultante de água-óleo era jogada ao mar. Com a criação da OILPOL essa prática passou a ser proibida a uma certa distância de terra, principalmente nas áreas de maior sensibilidade.

A convenção estabelecia a proibição de despejar misturas com mais de 100 PPM de óleo em zonas costeiras de todos os mares com largura de 50 milhas náuticas. A partir da inclusão de emendas em 1962, que passaram a vigorar em 28

de junho de 1967, a Convenção reconhecia em seu texto a necessidade de: cooperação internacional para que a prevenção da poluição dos mares fosse alcançada; instalações para recebimento de resíduos e lubrificantes usados provenientes de navios; desenvolvimento e instalação de separadores água/óleo em navio;

confecção e distribuição para os envolvidos em transferência de óleo de manual de orientação das práticas que evitassem a poluição por óleo; e pesquisas, coordenadas pela IMO, sobre prevenção da poluição por óleo.

Novas emendas, adotadas em 1969 e 1971, determinam requisitos mais rigorosos para descargas operacionais e novos padrões de construção de navios-tanque, que incluem a disposição e limitação de tanques individuais.

### **3.1.2 INTERVENTION**

A Convenção Internacional relativa à Intervenção em Alto-Mar em caso de Acidentes por Óleo de 1969 tem como propósito estabelecer o direito do Estado Costeiro tomar, em alto mar, as medidas necessárias para prevenir, atenuar ou eliminar os perigos graves e iminentes que apresentem, para suas costas ou interesses conexos, uma poluição ou ameaça de poluição das águas do mar por óleo, resultante de um acidente marítimo ou das ações relacionadas a tal acidente, suscetíveis, segundo tudo indique, de ter graves consequências prejudiciais.

### **3.1.3 CLC 69**

A Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo, realizada em Bruxelas em 1969, tem como objetivo principal estabelecer o limite de responsabilidade civil por danos a terceiros causados por derramamentos de óleo no mar, excluindo-se os derivados claros como gasolina, óleo diesel e querosene, criando assim um sistema de seguro compulsório, que se aplica aos navios petroleiros dos países signatários à esta Convenção. Esta Convenção está ratificada por 79 países entre eles o Brasil, excluindo-se os Estados Unidos.

### 3.1.4 FUND 71

A Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo para Compensação de Danos Causados por Poluição por Óleo, conforme estabelecido na CLC-69, criou um Fundo Internacional para complementar o pagamento dos danos causados por poluição por óleo da responsabilidade do armador. A responsabilidade civil foi estendida para os proprietários da carga, passando estes a dividirem a responsabilidade com os armadores.

O Fundo é constituído pelas contribuições dos países recebedores de petróleo por mar, em função do volume dos recebimentos realizados. O Fundo dessa forma complementa a CLC que estabelece as indenizações da responsabilidade do armador.

Para administrar o sistema, a Convenção do Fundo estabeleceu o Fundo Internacional para a Compensação por Poluição de Óleo (Fundo IOPC) que é uma organização intergovernamental independente da IMO.

### 3.1.5 MARPOL 73/78

A Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios, é uma das mais importantes convenções quando falamos de meio ambiente. Conforme artigo 2 desta convenção “substância nociva” significa qualquer substância que, se introduzida no mar, é passível de criar danos a saúde humana, aos recursos e a vida marinha, prejudicar as atividades marítimas recreativas ou interferir com outros usos legítimos do mar e inclui toda substância sujeita a controle pela presente convenção.

Ela é composta por seis anexos:

-Anexo I - Regras para prevenção da poluição por óleo - estabelece normas para construção de tanque, sua lavagem, utilização de separadores de água e óleo além de vistorias e inspeções.

-Anexo II - Regras para o controle da poluição por substâncias nocivas líquidas transportadas a granel - padroniza o que pode ser considerado substâncias líquidas nocivas e também as condições de descarga ou armazenamento das mesmas.

-Anexo III- Regras para prevenção da poluição ocasionada por substâncias

nocivas, transportadas por mar em embalagens (fardos, containers, tanques portáteis ou vagões tanques ferroviários e rodoviários) - padronização das embalagens, da documentação necessária, além do processo de armazenagem.

-Anexo IV- Regras para a prevenção da poluição por esgotos provenientes de navios padroniza os equipamentos e o controle das descargas além de enumerar as devidas regras para o tratamento do esgoto a bordo.

-Anexo V - Regras para prevenção da poluição por lixo provenientes dos navios - Padroniza o gerenciamento do lixo bem como o seu registro e também requer o comprometimento do Governo quanto ao provimento de instalações para o recebimento de lixo nos portos e terminais.

-Anexo VI - Regras para prevenção da poluição por emissões gasosas provenientes dos navios - Prevê o controle de emissão de gases na atmosfera, tais como gases prejudiciais à camada de ozônio, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio. Padroniza também a emissão de certificados e a realização de inspeções periódicas.

Desses seis anexos apenas o primeiro (Prevenção à Poluição por Óleo) e o segundo (Controle da Poluição por Substâncias Líquidas Nocivas) são considerados mandatórios, os outros são opcionais.

### **3.1.6 OPRC**

A Convenção Internacional Sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, tem como principais objetivos:

- A cooperação internacional e ajuda mútua em caso de acidentes;
- A notificação de incidentes com poluição por óleo que ocorrerem em navios, plataformas, aeronaves, portos e terminais marítimos ao país costeiro mais próximo ou à autoridade competente, conforme o caso, assim como a comunicação aos países vizinhos em caso de risco;
- A existência de planos de emergência visando ao controle da poluição por óleo para navios, operadores de plataformas oceânicas, autoridades e operadores encarregados dos portos marítimos e instalações que operam com óleo;
- Um sistema nacional de resposta imediata.

### **3.1.7 AFS**

A Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Navios, tem como propósito reduzir ou eliminar os efeitos nocivos ao meio ambiente marinho e à saúde humana causados por sistemas anti-incrustantes, visto que estudos científicos e pesquisas realizadas demonstraram que certos sistemas como esse utilizados em navios, acarretam um risco grave de toxicidade e de outros impactos crônicos a organismos marinhos que possuem importância econômica e ecológica e, ainda, que a saúde humana possa ser prejudicada pelo consumo de frutos do mar assim afetados.

### **3.1.8 BWM**

Segundo a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios, cada navio deverá implementar e ter a bordo um Sistema de Gerenciamento de Água de Lastro que deve estar de acordo com as diretrizes da convenção e deve ser próprio de cada embarcação. Além disso, determina que deve existir um Livro de Registros de Água de Lastros (podendo ser também um registro eletrônico). A convenção cria normas sobre a troca da água de lastro e estabelece os tipos de tratamentos dessa água que são aprovados pela IMO. Ela também padroniza vistorias, certificações e inspeções nos navios.

Tem como objetivo prevenir, minimizar e, por fim, eliminar os riscos da introdução de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos existentes na água de lastro dos navios que entram nos portos.

### **3.1.9 LC, 72**

A Convenção sobre a Prevenção de Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras matérias, tem como objetivo a promoção individual e coletiva do controle efetivo de todas as fontes de contaminação do meio marinho e o comprometimento especial em relação à adoção de medidas possíveis para impedir a sua contaminação pelo alijamento de resíduos e outras substâncias que possam

gerar perigos para a saúde humana, prejudicar os recursos biológicos e a vida marinha, bem como danificar as condições ou interferir em outras aplicações legítimas do mar.

Por essa Convenção, são tratadas tanto as substâncias ou matérias de alijamento no mar com pequeno poder de impacto, como material dragado não contaminado, quanto outras substâncias ou matérias cujo alijamento ocorre por permissão especial.

### **3.1.10 SRC, 2009**

A Convenção Internacional para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios, tem como propósito impedir, reduzir, minimizar e, na medida do possível, eliminar os riscos ambientais, à saúde humana e de segurança causados pela reciclagem de navios, levando em consideração as características específicas do transporte marítimo e a necessidade de assegurar a retirada tranquila de navios que tenham chegado ao fim de suas vidas úteis.

Foi criada em 2009, mas ainda não entrou em vigor, pois é necessário pelo menos 15 Estados assinarem sem reserva de ratificação, aceitação ou aprovação, ou tiverem depositado o instrumento de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão necessário. E destes, as frotas mercantes conjuntas devem constituir, pelo menos, 40% da arqueação bruta da frota mercante mundial. O Brasil não é parte contratante desta convenção.

## **3.2 Legislação Nacional**

De acordo com o Art. 39 da Lei Federal nº 9.537 – Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (LESTA), a Autoridade Marítima no Brasil é o comandante da Marinha e o seu representante é a Diretoria de Portos e Costas (DPC), em conjunto com outros setores da Marinha do Brasil, cuja função, além de outras competências, é assegurar, no mar aberto e nas hidrovias interiores, a prevenção da poluição ambiental por parte de embarcações, plataformas ou suas instalações de apoio.

Com o propósito de cumprir as legislações internacionais, foram criadas as Normas da Autoridade Marítima(NORMAM) que estabelecem procedimentos,

definem responsabilidades e regulam o tráfego aquaviário e suas atividades nas águas jurisdicionais brasileiras.

### **3.2.1 NORMAM 20**

A NORMAM-20 estabelece que todo o navio equipado com água em seus lastros e que navegue em águas brasileiras deve realizar a troca da água de lastro a pelo menos 200 milhas náuticas da costa e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade; trocar a água de lastro se estiver em navegação comercial entre bacias hidrográficas distintas e sempre que a navegação for entre portos marítimos e fluviais e utilizar para a troca da água de lastro o método sequencial, o método do fluxo contínuo ou método de diluição.

### **3.2.2 Lei do óleo**

A Lei nº 9966, de 28 de abril de 2000 conhecida como Lei do Óleo, foi sancionada pelo Presidente da República, ratifica as convenções internacionais, MARPOL 73/78, CLC/69, OPRC/90 e dispõe sobre a Prevenção, o controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

Esta Lei aplicar-se-á:

I – quando ausentes os pressupostos para aplicação da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (Marpol 73/78);

II – às embarcações nacionais, portos organizados, instalações portuárias, dutos, plataformas e suas instalações de apoio, em caráter complementar à Marpol 73/78;

III – às embarcações, plataformas e instalações de apoio estrangeiras, cuja bandeira arvorada seja ou não de país contratante da Marpol 73/78, quando em águas sob jurisdição nacional;

IV – às instalações portuárias especializadas em outras cargas que não óleo e substâncias nocivas ou perigosas, e aos estaleiros, marinas, clubes náuticos e outros locais e instalações similares.

#### 4. TECNOLOGIAS CRIADAS PARA REDUÇÃO DA POLUIÇÃO

Como a indústria naval prossegue para a era dos rigorosos regulamentos ambientais, e com elevados preços do combustível, companhias de navegação e organismos do setor estão gastando quantidade considerável de recursos para pesquisar a tecnologia do navio ecológico, viável; ela seria sucesso não só ao impulsionar navios, mas satisfaria a crescente exigência de legislações ambientais.

##### 4.1 Eco Marine Power Wind – Solar Ship

A Eco Marine Power's EnergySail é uma tecnologia que consiste num conjunto de velas rígidas que podem ser utilizadas para energia eólica e solar, com isso reduzindo o consumo de combustível e a emissão de gases. Pode ser usada quando o navio está fundeado ou no porto e foi projetada para resistir a ventos fortes.

Esta tecnologia é esperada para ser implementada num futuro navio chamado Aquarius ECO Ship, e ela poderá ser implementada em uma variedade de tipos de navio, desde de grandes cargueiros a pequenos barcos de patrulha da Guarda Costeira.

Figura 8: Navio Ecológico a propulsão solar e eólica



Fonte: <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>

## 4.2 Velas de Rotor

Outra tecnologia criada é o uso de velas cilíndricas especiais giratórias, que utilizam o Efeito Magnus para a propulsão do navio. Esse navio é chamado de Flettner Rotor Ship.

Figura 9: Efeito Magnus nos rotores

**Como funciona**

**E-Ship 1**  
 Comprimento: 130 metros  
 Largura: 22,5 metros  
 Peso: 12,8 mil toneladas  
 Velocidade: 16 nós (29,5 km/h)  
 Tripulação: 15 pessoas

**Os rotores**  
 Quantidade: 4  
 Altura: 27 metros  
 Diâmetro: 4 metros

**O efeito Magnus**  
 O E-Ship 1 faz uso do chamado "Efeito Magnus" para propulsão. Quatro rotores cilíndricos instalados no convés principal giram, e esses giros, associados ao efeito do vento lateral, criam uma força que ajuda a impulsionar o navio.

**Com o rotor parado**  
 pressão igual

A pressão do vento lateral é distribuída de forma igual por ambos os lados

**Com o rotor girando**  
 pressão menor

O giro do rotor distribui a pressão de forma desigual, criando um impulso perpendicular ao sentido do vento lateral

Impulso

Vento

Vento

Impulso

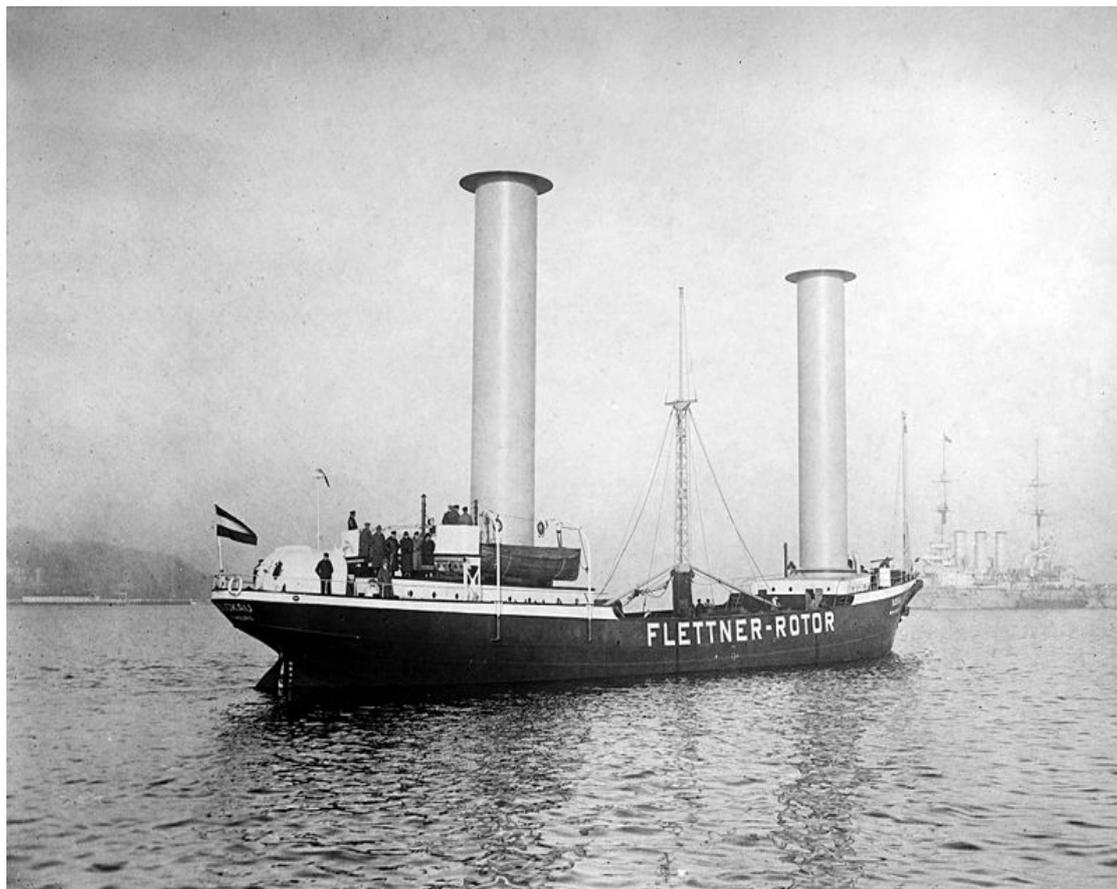
Impulso

FERNANDO GONDA / ARTE ZH

Fonte: <https://marsemfim.com.br/navio-movido-a-energia-eolica/>

O uso de cilindros verticais para propulsão usando o Efeito Magnus não é um conceito novo. Um engenheiro alemão chamado Anton Flettner foi o primeiro a construir um navio com propulsão deste tipo em 1922.

Figura 10:Flettner rotor ship



Fonte:<https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>

### 4.3 SkySails/ Kite ship

A tecnologia do kite é outra possibilidade. Ela move o navio para a frente, reduzindo a carga sobre o motor e diminuindo o consumo de combustível.

A pipa de reboque específica é feita de tal forma que pode ser elevada até um ponto adequado e trazida de volta com a ajuda de um mastro telescópico que permite que a pipa seja levantada de forma adequada e eficaz. Isso ajuda a facilitar a melhor velocidade possível para a embarcação. Todo o processo do mastro levantando e depois dobrando o skysail de volta, leva algo entre 10-20 minutos.

Este modelo já é utilizado por alguns navios:

Figura 11: O primeiro navio de carga a usar o Skysail



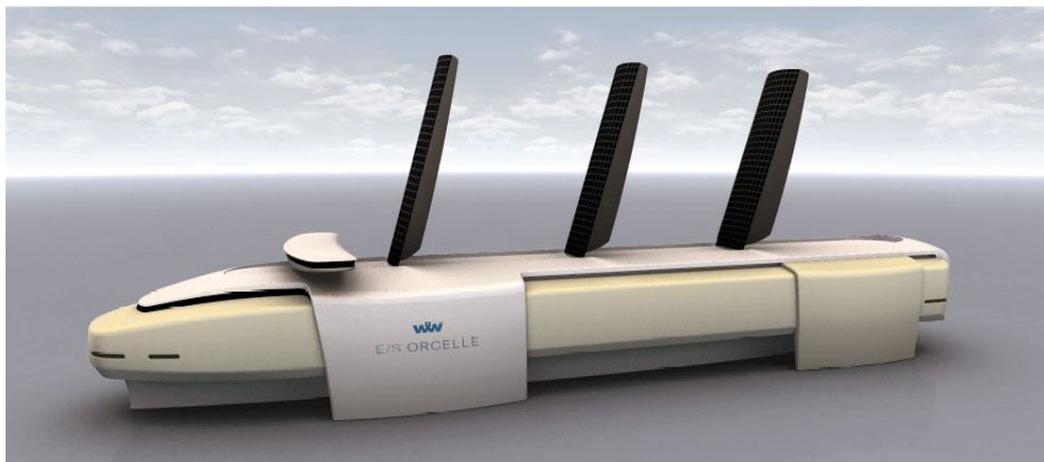
Fonte: <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>

#### 4.4 E/S Orcelle

É conhecido como o primeiro navio com zero emissão do mundo. O projeto utiliza uma variedade de tecnologias renováveis, formando um sistema que não polui a atmosfera.

Seu design combina formas sustentáveis de energia capturadas através de velas, painéis solares e conversores de energia das ondas para gerar a energia requerida pela embarcação. Este é então usado para extrair o hidrogênio da água com o auxílio da tecnologia de célula de combustível. O combustível resultante é um combustível limpo que pode ser utilizado. Desta forma, há zero emissões da embarcação. A eletricidade gerada, também pode ser usada imediatamente ou armazenada quando sem vento, sol ou ondas.

Figura 12: Projeto E/S Orcelle

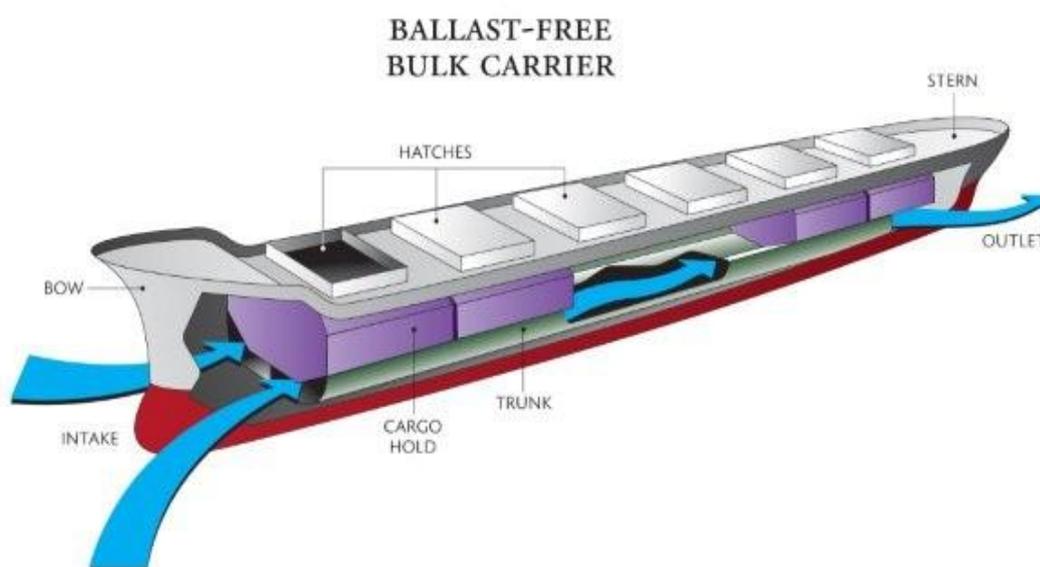


Fonte: <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>

#### 4.5 Eliminação da bioinvasão - Navio sem água de lastro

Uma inovação para resolver o problema da poluição por água de lastro são os navios chamados *Ballast Free*, cujos tanques de lastro terão um fluxo constante de água interna. A embarcação vai pegando esta água onde estiver, ela passa pelo casco e sai do outro lado.

Figura 13:Ballast free ship



Fonte: [https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2011/07/ballast\\_2.jpg](https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2011/07/ballast_2.jpg)

Este é um projeto promissor para acabar com todos os requisitos para equipamentos caros de esterilização, como filtros, irradiação ultravioleta, biocidas químicos e outras tecnologias. Cria um fluxo constante de água do mar local através de uma rede de troncos, que vai da proa até a popa, abaixo da linha d'água, reduzindo assim o potencial de transporte de água contaminada pelo oceano. Além disso, segundo o [marine insight.com](http://marineinsight.com) seria uma economia de custo líquido de capital de cerca de US \$ 540.000 por navio.

#### **4.6 Substituição de combustível - Uso de LNG**

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<sub>2</sub> e emite cerca de 90% menos de NO<sub>x</sub>, em comparação com os combustíveis convencionais. As emissões de CO<sub>2</sub> também são reduzidas; o LNG emite cerca de 20% menos CO<sub>2</sub>.

##### **4.6.1 Tri-Fuel diesel Electric Propulsion Ships (TFDE)**

A tecnologia do motor Tri-combustível já está presente no mercado marítimo e é usada principalmente para navios de LNG, que podem queimar óleo diesel marítimo, óleo combustível pesado ou gás natural liquefeito (LNG). Este conceito foi introduzido pela Wartsila e MAN para navios transportadores de gás.

Esse motor tri-combustível é utilizado em combinação com a propulsão elétrica.

Vantagens operacionais:

- Esses navios não têm motores diesel para propulsão principal. Eles possuem apenas dois motores elétricos pequenos, economizando espaço e peso, aumentando a capacidade de carga;

- Muito pouca manutenção nos motores elétricos, quando comparados aos diesel;

-Não há necessidade de grandes tanques para armazenamento de borra e resíduos;

-Elimina o uso de óleo lubrificante e óleo de camisa;

- Monitoramento mais simples;

-Menos barulho e vibração;

-Sem limitação do número de partidas;

-Sistema de arrefecimento comparativamente menores;

-Custo operacional muito mais baixo;

-Transmissão elétrica para o eixo de propulsão é muito mais efetivo, quando comparado ao eixo de transmissão mecânica, etc.

#### **4.7 Sistema de purificação de enxofre**

É bem difícil eliminar por completo o uso de combustíveis convencionais e, portanto, reduzir a emissão de enxofre ou SOx do escapamento é uma solução que seria usada extensivamente no futuro. Isto pode ser conseguido através da instalação de um sistema de depuração dos gases de escape, em que o enxofre é eliminado do gás de escape do motor, resultando na redução de SOx até 98%, juntamente com outras partículas nocivas.

#### **4.8 Formas de otimizar a eficiência das embarcações**

Uma forma de se aumentar a eficiência de uma embarcação, com consequente redução da emissão de gases poluentes, é a otimização no projeto do casco do navio, melhoria no sistema de propulsão e outros:

-Aplicar a tinta correta numa certa área do casco pode reduzir a resistência ao atrito do navio, resultando em 3-8% de economia de combustível.

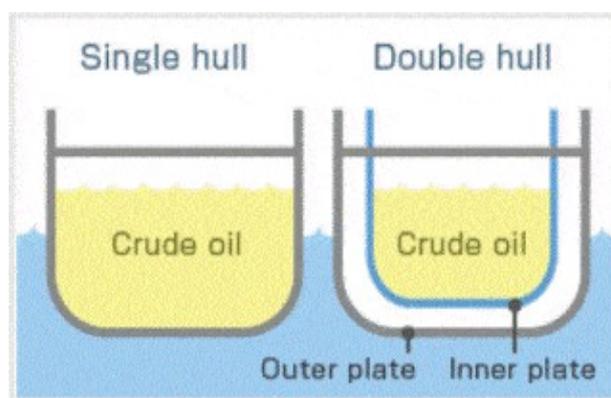
-Para certas construções pode ser utilizado o bulbo de proa para diminuir o arrasto e a resistência das ondas, resultando em economia de combustível.

-Sandwich Plate System (SPS): É um processo de compostagem de duas chapas metálicas ligando-a ao núcleo de elastômero de poliuretano. Isto evita o uso de aço, o que requer endurecimento adicional, tornando a estrutura leve e menos propensa à corrosão. Essa tecnologia pode definitivamente desempenhar um bom

papel no processo de reciclagem de navios ecológicos, já que o recurso SPS inclui desempenho superior em serviços e redução na manutenção da vida útil.

-Casco duplo: São cascos com duas camadas de superfície estanque. As camadas interna e externa do casco estão no fundo, assim como nas laterais dos navios-tanque. A construção de camada dupla ajuda a reduzir os riscos de poluição marinha durante a colisão, o aterramento e qualquer outra forma de dano ao casco do navio.

Figura 14: Esquema casco duplo



Fonte: [http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2013/Fernando+ASamel/relat1/Doc1.htm](http://www.deno.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Fernando+ASamel/relat1/Doc1.htm)

A IMO introduziu o regulamento 13 F do Anexo 1 da MARPOL, que efetivamente exigiu cascos duplos para novos petroleiros construídos de 5000 toneladas ou mais de porte bruto. O desastre do derramamento de óleo da Exxon Valdez também levou o governo dos EUA a tornar o casco duplo obrigatório para todos os novos navios-tanques que chegam aos portos dos EUA. Após o naufrágio do Erika, na costa da França, em dezembro de 1999, a IMO propôs a aceleração da retirada progressiva dos navios de casco simples.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo dos anos, as preocupações com o meio ambiente foram aumentando gradativamente devido à grande quantidade de acidentes com consequências terríveis, e que deixaram rastros de degradação ambiental com remota possibilidade de recuperação.

Diante desse cenário é que foram criadas as convenções internacionais, com regras e procedimentos preventivos e corretivos, buscando melhorar os padrões de segurança e de qualidade dos navios.

Hoje com o avanço da automação nas embarcações, podemos notar uma grande redução no número de acidentes que ocorriam por falha humana. Somando-se a isso a obtenção de novas tecnologias com o intuito de poluir menos, vão entrando pouco a pouco no mercado, abrindo caminhos para que o transporte marítimo opere de forma mais sustentável, afinal, o respeito e a preservação ao meio ambiente devem ser elementos decisivos no desenvolvimento das atividades econômicas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIXTO, Robson José. **Incidentes Marítimos – História, Direito Marítimo, e Perspectivas num Mundo em Reforma da Ordem Internacional**. 2Ed São Paulo: Lex editora, 2007.

Disponível em: <https://monitordigital.com.br/import-ncia-da-marinha-mercante-para-a-economia-global-at-2050>. Acesso em 30/04/2018

Disponível em: <https://www.publico.pt/2017/06/08/ecosfera/noticia/os-navios-tambem-poluem-o-ar-mas-em-aguas-internacionais-ninguem-da-conta-delas-1775097/amp>. Acesso em 02/05/2018

Disponível em: [http://antag.gov.br/Portal/MeioAmbiente\\_AguaDeLastro.asp](http://antag.gov.br/Portal/MeioAmbiente_AguaDeLastro.asp). Acesso em 30/04/2018

Disponível em: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/OilPollution/Pages/Background.aspx>. Acesso em 01/06/2018.

Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/codigosconvencoes/convencoes/intervention>. Acesso em 03/06/2018

Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/cruzeiro-navio-esgoto-oceano/>. Acesso: 02/06/2018

Disponível em: <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>. Acesso em 07/06/2018

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

PEREIRA, Rucemah Leonardo Gomes. **Impactos ambientais em desastres marítimos**. Ed. Funenseg, 2003.

SILVA, Julietta Salles Vianna da., et alli. **Água de lastro e bioinvasão**, p. 1-10. In: SILVA, Julieta Salles Vianna da; SOUZA, Rosa Cristina Corrêa Luz de. (org.) **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2