

CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE - EFOMM

GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS

Por: Jardanes Carrara Monfardini

Orientador

1º Tenente (RM2) Raquel Oliveira

Rio de Janeiro

2012

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Nautica (FONT).

Por: Jardanes Carrara Monfardini

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA

**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE -
EFOMM**

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

...agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para vencer barreiras e aos meus pais e familiares pelo apoio...

DEDICATÓRIA

...dedico aos meus pais, Jair e Edicéia,
familiares e amigos de camarote que tanto me
ajudaram e apoiaram...

RESUMO

O uso do lastro teve sua criação com intuito de manter um calado mínimo, estabilidade, diminuir as tensões estruturais, melhorar condições de manobras de navios feitos de aço, que em seu projeto, foram feitos para sempre transportarem um mínimo de carga.

A água, lastro líquido foi o material mais viável e econômico para ser utilizado, porém, com esse uso, outros elementos indesejáveis também foram transportados, como a contaminação da água devido à radiação, e organismos exóticos.

Os componentes radioativos podem ser incorporados aos organismos marinhos, que podem ser ingeridos pelo o homem, que conseqüentemente é contaminando.

Já a chegada de uma espécie exótica pode gerar uma série de problemas para o ecossistema local, como por exemplo, um predador voraz, sem predador natural no novo ambiente, dizima uma espécie nativa e termina com sua fixação completa.

A IMO em 1999 criou o Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (GLOBALLAST), contando com o apoio dos países participantes e da indústria marítima.

A Autoridade Marítima normaliza para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios com a NORMAM 20, documento brasileiro que se aplica a todos os navios, nacionais ou estrangeiros, que utilizam portos e terminais brasileiros.

As novas invenções para solução do problema da bioinvasão estão em sua maioria em fase de implantação e testes ou ainda em elaboração conceitual. Em sua maioria, equipamentos são instalados no navio para eliminar os bioinvasores presentes na água de lastro. As principais tecnologias existentes na atualidade são: filtração, hidrociclone, aquecimento, choque elétrico, irradiação por raios ultravioleta, aplicação de biocidas e desoxigenação.

ABSTRACT

The use of ballast had its inception in order to maintain a minimum draft, stability, reduce structural tensions, improve conditions for maneuvering of vessels made of steel, which in their design, were made to always carry a minimum load.

Water, liquid ballast material was more viable and economical to be used, but with such use, other undesirable elements were also transported as water contamination due to radiation, and exotic organisms.

The radioactive components can be incorporated into the marine organisms that can be ingested by man, it is therefore are contaminating.

Since the arrival of an alien species can generate a lot of problems for the local ecosystem, such as a voracious predator with no natural predator in the new environment, a decimating native species and ends with its complete fixation.

The IMO in 1999 created the Global Management of Ballast Water (GloBallast), with the support of participating countries and the shipping industry.

The Maritime Authority normalizes for the Management of Ships' Ballast Water with 20 NORMAN, Brazilian document that applies to all ships or foreign nations, using Brazilian ports and terminals.

New inventions for solving the problem of bioinvasion are mostly under implementation and testing or in conceptual elaboration. In most cases, equipment is installed on the ship to eliminate bioinvasores present in ballast water. The main technologies exist today are: filtration, hydrocyclone, heating, electric shock, ultraviolet irradiation, application of biocides, and deoxygenation.

LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	O método sequencial de troca de água de lastro	11
2	O método do fluxo contínuo	11
3	Foto do método do fluxo contínuo	11
4	O método de diluição	12
5	Foto mostrando o método de diluição	12
6	Região japonesa atingida por terremoto	13
7	Casco com incrustações	15
8	O mexilhão dourado	17
9	Equipamento com mexilhões dourados aderidos à superfície	17
10	Mexilhões dourados em uma tubulação	18
11	O porto de Sepetiba	22
12	Formulário para preenchimento da água de lastro	24
13	Sistema Ballast-Free	29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1 – ÁGUA DE LASTRO	10
1.1-Contexto histórico	10
1.2 – Principais métodos de troca de água de lastro	10
2 – PROBLEMAS RELACIONADOS À TROCA DE ÁGUA DE LASTRO.....	13
2.1 - Água contaminada por radiação	13
2.2 – Bioinvasão	15
2.3 – Mexilhão dourado	16
3 – GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO.....	20
3.1 – O Programa GLOBALLAST	20
3.2 – Medidas para gestão da água de lastro e sedimentos á bordo.....	22
4 – LEGISLAÇÃO DO BRASILEIRA.....	24
4.1 – Legislação brasileira e a NORMAM 20.....	24
4.2 – Condições para a realização da troca de Água de Lastro.....	25
4.3-Sedimentos.....	26
5- NOVAS TECNOLOGIAS PARA A ÁGUA DE LASTRO.....	27
5.1- Novas soluções para os problemas.....	27
Considerações Finais	30
Referências bibliográficas	31

INTRODUÇÃO

O surgimento de uma nova tecnologia indica o início de novos problemas. Na Marinha Mercante não é diferente, com a produção de navios feitos de aço, houve a necessidade de manter um peso mínimo carregado pelo navio.

Na busca do melhor material a ser usado como lastro, a água foi a selecionada por diversos motivos, como fácil obtenção e baixo custo (Leal Neto, 2007).

Entretanto, problemas também acompanharam essa escolha, como a bioinvasão e agora mais recentemente o problema da água contaminada com radiação nuclear.

As consequências do transporte da água de lastro e consequente invasão de habitat natural por um organismo exótico pode trazer consequências como redução da produção pesqueira, impactos físicos na infraestrutura e indústria costeira, na aquicultura, redução da economia e eficiência da navegação, danos ou até fechamento de praias de recreação e de turismo, perdas econômicas secundárias a partir de problemas na saúde pública, efeitos econômicos secundários causados por problemas ecológicos e perda de biodiversidade e custos de reação ao problema (Silva, 2004; Souza 2004).

Já pela radiação temos problemas relacionados à variação do material genético de espécies em contato com essa água. As medidas para solucionar ou diminuir os problemas, que envolvem a gestão da água de lastro dos navios, provocados pela água de lastro é o tema principal deste trabalho.

1. ÁGUA DE LASTRO

1.1 Contexto histórico

De acordo com Leal Neto, 2007, o surgimento do lastro nos remete ao século XIX, quando temos a origem da fabricação de navios de aço, com o intuito de manter um calado mínimo, estabilidade, diminuir as tensões estruturais, melhorar condições de manobras e assim manter sua operação com segurança.

Materiais como pedras, areia, terra e metais eram usados como lastro por volta de 1880, como estes materiais eram de difícil utilização, carregamento e descarregamento, o uso de água foi feito em tanques específicos nos navios, o que facilitou muito o processo de lastro e deslastro, e tornou-o mais econômico e eficiente que o lastro sólido.

Entretanto, essa técnica somente teve difusão após a II Guerra Mundial, onde então houve utilização mundial. Outro fator que justifica o uso do lastro é que parte do leme e do hélice pode ficar fora d'água prejudicando a manobrabilidade e governo do navio. Além disso, a água de lastro tem por objetivo garantir a estabilidade do navio enquanto navegando e durante o processo de carga e descarga.

Nesses navios, tanques foram construídos para armazenagem da água do local onde o navio se encontrava por um sistema de tubulações e bombas, quando o navio está descarregado, os compartimentos de lastro são preenchidos.

1.2 Principais métodos de troca de água de lastro

Com relação ao gerenciamento da água de lastro, a NORMAM-20(2004) estabelece um meio de limitar a transferência de espécies aquáticas, com três métodos para realização da troca de água de lastro, são eles:

- a) O método sequencial é aquele no qual os tanques de lastro são esgotados e cheios novamente com água oceânica. Este método é o mais eficiente para a realização da troca da água de lastro, entretanto, ele é o mais arriscado, pois expõe o navio e sua tripulação a problemas de segurança, como stress

excessivo devido à eventual falta de estabilidade do navio, pois em um determinado momento o navio fica sem lastro.



Figura 1- O método sequencial de troca de água de lastro (Fonte: wikipedia.org)

- b) Método do fluxo contínuo é aquele onde os tanques de lastro são simultaneamente cheios e esgotados, ou seja, eles não ficam vazios, com três vezes o volume do tanque. Porém, os tripulantes podem entrar em contato com a água de lastro no convés que sai dos tanques, que pode estar contaminada.

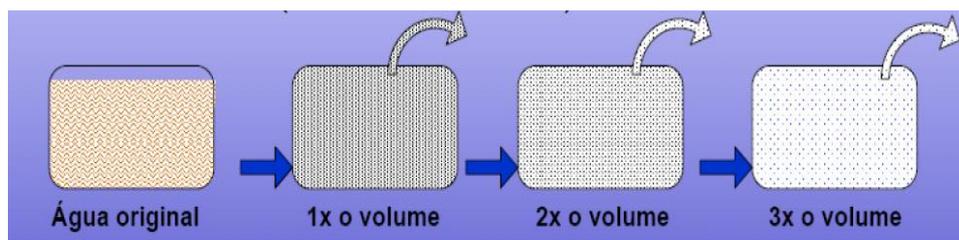


Figura 2- O método do fluxo contínuo (Fonte : wikipedia.org)



Figura 3- Foto do método do fluxo contínuo (Fonte :www.labec.com.br)

- c) Método de diluição é onde ocorre o carregamento de água de lastro através do topo e, simultaneamente, a descarga dessa água pelo fundo do tanque, que propicia uma melhor retirada dos sedimentos depositados no tanque, à mesma vazão, de tal forma que o nível de água no tanque de lastro seja controlado para ser mantido constante. O método foi criado no Brasil e apresenta vantagens como: mais fácil aplicação e maior eficiência, mantém o lastro apesar da troca de água, não há exposição da água no convés e, é simples e econômico.

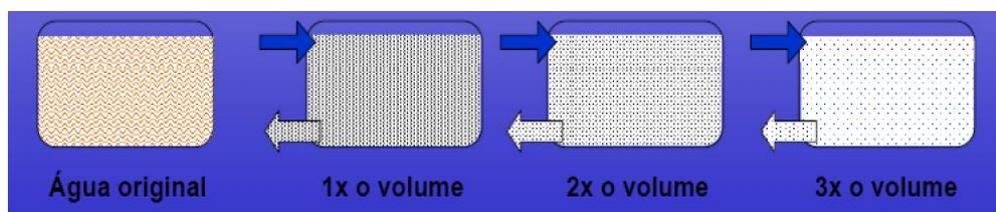


Figura 4- O método de diluição (Fonte: wikipedia.org)



Figura 5- Foto mostrando o método de diluição (Fonte :www.labec.com.br)

2. PROBLEMAS RELACIONADOS À TROCA DE ÁGUA DE LASTRO

2.1 Água contaminada por radiação

De acordo com Silva, 2004, contaminação da água devido à radiação pode ser química, física e a biológica. A pior possibilidade de contaminação da água para o meio ambiente e para o homem é a biológica, porque pode atingir a fauna, flora e o ecossistema aquático.

Contaminação química é que é produzida por produtos químicos, a contaminação física é caracterizada por qualquer matéria ou energia que produza alterações físicas no meio ambiente e a contaminação biológica é aquela em que animais contaminados pela radiação entram na cadeia alimentar, sendo que alguns animais tendem a aumentar a concentração de radiação.

Os componentes radioativos podem ser incorporados aos organismos marinhos, como bentos, fitoplânctons¹ e outros, que podem ser ingeridos pelo o homem, que é conseqüentemente contaminando.

O Japão recentemente foi atingido por um dos maiores desastres naturais de que se tem registro, quando um terremoto de grau superior a 9,0 na Escala Richter atingiu a região de Fukushima e Miyagi (Pereira, 2012; Prange, 2012; Botter 2012).



Figura 6- Região japonesa atingida por terremoto (Fonte :www.qualifiedigital.com)

¹ *Algas cuja presença e concentração nos lagos e reservatórios está fortemente associada ao estado trófico do ambiente*

O acontecimento causou fortes danos nas estruturas de contenção das seis centrais elétricas da região, nas quais são usados reatores nucleares, emitindo assim radioatividade não só na atmosfera, como também nas águas empregadas nas tentativas de resfriamento dos núcleos dos reatores, que deságuam no oceano pacífico (Silva, 2004; Souza, 2004).

Consequentemente, a fissão² nos núcleos dos reatores avariados provocou o surgimento de iodo radioativo, o qual foi despejado no oceano devido a manobras de resfriamento dos sistemas, com uma dosagem milhares de vezes superior ao limite aceitável.

As correntes marítimas tendem a se espalhar por toda a região do Oceano Pacífico o material radioativo, prejudicando a vida marinha, até que diminuam suas meias-vidas, fato do qual não há previsão incerta. Estima-se que o plutônio 239 tem uma meia-vida de no mínimo 24.000 anos e o cézio de aproximadamente 30 anos no ambiente.

O Japão, devido à sua localização, está em uma das mais densas rotas do transporte marítimo mundial.

Após a operação de descarga muitos navios, que trafegam intensamente pela região, é preciso a coleta da água de lastro. Devido a isso, surgiu a preocupação com relação aos riscos dos navios de captarem essa água de lastro e transportarem essa mesma água contaminada para outra região do globo.

Ainda não se sabe o real tamanho do vazamento e da contaminação da água, então ficou evidentemente necessário que autoridades tomassem medidas para evitar a transferência da água de lastro de regiões atingidas pela água contaminada.

Acidentes envolvendo radiação despejaram no mar contaminação, entretanto com níveis menores aos de Fukushima. A comunidade marítima deve criar uma zona onde a água de lastro não deva ser captada, além de um estudo sobre as consequências do acidente, que foi o pior envolvendo radiação no mar (Pereira, 2012; Prange, 2012; Botter, 2012).

² *É a quebra do núcleo de um átomo instável em dois átomos menores pelo bombardeamento de partículas como nêutrons*

2.2 Bioinvasão

Durante a derrota³, o navio capta na água de lastro milhares de espécies e microrganismos.

Os tanques de lastro são lugares inóspitos, porém algumas espécies sobrevivem e se estabelecem em outro local, sendo assim denominadas espécies exóticas.

A chegada de uma espécie exótica pode gerar uma série de problemas para o ecossistema local, como por exemplo, um predador voraz, sem predador natural no novo ambiente, dizima uma espécie nativa e termina com sua fixação completa.

Esse evento atinge o ecossistema local, desequilibrando-o, outras espécies que tinham relação com a extinta na cadeia alimentar podem também ficar extintas, e assim por diante.

Não é possível chegar à conclusão de que a bioinvasão é causada apenas pelo transporte da água de lastro, entretanto, esse foi o responsável pelo carregamento de muitas das espécies como foi estimado, nos anos 90, onde 3.000 espécies foram deslocadas diariamente pelo mundo dentro de tanques dos navios, e comprovadamente, o número continua em crescimento.

Mas a água de lastro não é o único vilão da história. Os seres que o navio acaba transportando também se depositam em outras partes do navio, como por exemplo, o casco. Uma das medidas tomadas é uma tinta especial no casco do navio que impede a adesão desses seres, que contém uma espécie de biocida (Leal Neto, 2007).



Figura 7- Casco com incrustações (Fonte :www.webmagazine.lanxess.com.br)

³ Rumo que leva o navio

Prejuízos causados pela bioinvasão são enormes, como o desaparecimento de espécies nativas, prejuízos à saúde, ao turismo e a economia. Os danos econômicos causados pela bioinvasão podem ser: redução da atividade pesqueira, impactos na aquicultura ⁴, na indústria costeira, impactos ou até fechamento de praias de recreação e de turismo e outros pontos costeiros de interesse. Os impactos econômicos secundários a partir de problemas na saúde pública, causados por agentes patogênicos e espécies tóxicas introduzidas e custos de reação ao problema, incluindo pesquisa e desenvolvimento, monitoramento, educação, comunicação, regulação, gestão, mitigação e controle (Leal Neto, 2007).

2.3 Mexilhão dourado

Um caso de bioinvasão causado aqui no Brasil foi o do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), um molusco bivalve, nativo do sul da Ásia, da família Mitilidae. É capaz de se fixar em quase qualquer substrato e é possuidor de uma grande capacidade adaptativa.

Vivem em densidades de até 150.000 indivíduos/m², com 30 dias e aproximadamente 0,5 cm já podem começar a reprodução. Tem vida de aproximadamente três anos.

Essa espécie foi introduzida no Brasil em 1998 no rio Guaíba pela água de lastro de navios mercantes, houve sua proliferação pela região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e especialistas afirmam que em questão de tempo atingirão outras regiões. Na América do Sul já tinha sido introduzido em 1991, onde encontrou condições muito boas para sua disseminação. Como espécie invasora, o mexilhão é uma ameaça para a fauna e à flora aquática e onde se espalha o molusco tende a ocupar o lugar de espécies nativas.

A invasão do mexilhão dourado no Brasil provoca impactos na economia, já que entope filtros protetores de companhias de abastecimento de água potável, obrigando a feitoria de manutenções (Silva, 2004; Souza, 2004).

⁴ Criação de animais ou plantas aquáticos.



Figura 8- O mexilhão dourado (Fonte :www.ieapm.mar.mil.br)

O mexilhão prejudica também a usina de Itaipu, impedindo o bom funcionamento das turbinas, com prejuízo de quase um milhão de dólares por dia de paralisação desnecessária do sistema. Em Itaipu medidas foram adotadas como o aumento da velocidade do sistema de resfriamento para evitar a fixação do molusco.



Figura 9- Equipamento com mexilhões dourados aderidos à superfície (Fonte: www.3.bp.blogspot.com)

De acordo com o veterinário Domingo Fernandez, quando a espécie apareceu na usina pela primeira vez, existia ali uma densidade de 26 adultos por metro quadrado.

Dois anos depois, chegou ao pico de 184 mil, e tem diminuído até hoje, com uma média de aproximadamente 7.300 mexilhões na mesma área.

“Como ele é um filtrador, já consumiu boa parte do recurso alimentar disponível. E entrou na cadeia alimentar de peixes, passou a ser comida”, disse Fernandez.

Outro dano que causa é a sistemas de refrigeração de pequenas embarcações, aderindo a tubos do sistema impedindo a troca de calor.



Figura 10- Mexilhões dourados em uma tubulação (Fonte :www.google.com.br)

Sobre o meio ambiente, o mexilhão causa danos como: alteração nos substratos, danos a vegetação nativa e eventual acumulação de organismos patogênicos. O compartilhamento de informações sobre a distribuição do *Limnoperna fortunei*, do Rio Grande do Sul até o Pantanal-Matogrossense levaram a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ) do Ministério do Meio Ambiente, em 2002, a tratar com a coordenação do Programa Global de Gestão e Controle de Água de Lastro (Programa GloBallast) para o aval de um estudo de diagnóstico, sobre a presença do mexilhão dourado nos rios brasileiros, com o objetivo de controlar seu alastramento no país.

Estudos feitos por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, por Dr. Flavio C. Fernandes em 2006 , da Universidade Estadual de Maringá, Alice Michiyo Takeda, Daniele Sayuri Fujita, Rômulo Diego de Lima Behrend, Suellen Prata Fernandes, Maria Cristina Dreher Mansur, Flávio da Costa Fernandes em 2006 , e da Embrapa/Pantanal, Márcia Divina Oliveira 2006, do Projeto Mexilhão Dourado/GloBallast, confirmaram e aumentaram o quadro geral da invasão do mexilhão e

de seus problemas, sua rápida reprodução e concentração no Rio Grande do Sul (Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Jacuí, Rio Taquari, Lagoa do Casamento, próximo da confluência do Rio Palmares, Município de Palmares do Sul); no Paraná (Piraquara e Guariçana próximas à cidade de Curitiba; planície de inundação do alto Rio Paraná, à jusante e a montante da barragem de Porto Primavera) e Pantanal (Rio Paraguai, na Cidade de Corumbá, no Canal do Tamengo - ligação da Bolívia ao Rio Paraguai -, nas Baías do Castelo, Zé Dias e Gaíva, e na altura de Bela Vista do Norte, próximo ao Parque Nacional do Pantanal - Rio Cuiabá, e no Rio Miranda, na localidade de Passo da Lontra, ameaçando a região de Bonito).

A emergência para a adoção de medidas que reduzam a sua expansão ao longo do território nacional, que demonstraram esse estudo, fazendo ser necessário o estabelecimento de mecanismos para detectar e controlar, de forma a impedir a sua expansão na direção às regiões ainda não atingidas, reduzindo as chances de novas fixações. Para isso, o MMA fez uma proposta de organizar uma Força-Tarefa Nacional (FTN), composta por diversas instituições e entidades envolvidas com o problema, para sugerir medidas de controle que possibilitem a estruturação, aplicação e avaliação de um plano de controle, a partir da análise da situação atual de expansão do mexilhão dourado, suas tendências e mecanismos de resposta disponíveis, levando em conta ainda o custo-benefício socioambiental e a exequibilidade pretendida.

3. GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO

3.1 O Programa GLOBALLAST

A IMO em 1999 criou o Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (*GLOBALLAST*), contando com o apoio dos países participantes e da indústria marítima.

O principal objetivo do *GLOBALLAST* é auxiliar os países em desenvolvimentos com problemas devido à água de lastro, e manter cientes seus membros para o impacto da introdução de espécies exóticas no ecossistema local. O projeto originalmente foi batizado como Remoção de Barreiras para a Implementação Efetiva do Controle da Água de Lastro e Medidas de Gerenciamento em Países em Desenvolvimento, tem intuito de diminuir a mudança de espécies marinhas não nativas indesejáveis.

O *GLOBALLAST* quer preparar os países para implementar instrumentos legais de âmbito internacional, que ainda não existe na IMO, atualmente em desenvolvimento pelos Estados Membros, que fará a regulamentação do gerenciamento da água de lastro.

O Brasil é um dos membros mais importantes ao lado da China, Índia, Irã, África do Sul e Ucrânia. As medidas tomadas não devem ser decididas por um país isoladamente, porque a indústria naval tem proporções globais. Visto os problemas emergenciais, como o mexilhão dourado, o Brasil necessita de uma legislação nacional mesmo que provisória. Os seis países participantes estão recebendo assistência técnica, capacitação e reforço institucional. Os estudos de caso a serem desenvolvidos nesses países servirão como demonstração de dificuldades e experiências de sucesso na gestão do problema. No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente é a Agência que coordena para o programa *GLOBALLAST*, integrada por equipe de diversos especialistas e colaboradores.

O *GLOBALLAST* já forneceu aos países-piloto equipamentos para retiradas de amostragem da água de lastro e bem como o estabelecimento de um banco de dados. Logo após a efetivação do programa, se bem sucedido, será adaptado às condições locais de diferentes locais do mundo.

Cada um dos países-piloto fez a elaboração do seu Plano de Trabalho Nacional tendo um local de demonstração, no caso do Brasil, o Porto de Sepetiba, no Estado do Rio de Janeiro. A participação do Brasil no grupo de trabalho de água de lastro, ao longo da segunda metade da década de 90 e início desta década, e o aperfeiçoamento do Método de Diluição para troca da água de lastro pela Empresa Petrobras, por meio de modelagem numérica e testes com o Navio Lavras, credenciaram o país a participar do *GLOBALLAST*, com uma avançada organização interna para tratar o assunto, dentre eles comunidade marítima, portuária, órgãos de meio ambiente e vigilância sanitária.

O porto de Sepetiba foi selecionado por várias razões como: é próximo de um grande centro urbano como o Rio de Janeiro, que facilita o apoio técnico, científico e logístico para ao projeto; é também uma região sensível que convive com riscos tecnológicos nas suas proximidades; estudos prévios já haviam sido realizados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro para a região, com muitas informações socioeconômicas e dados do monitoramento das águas da Baía de Sepetiba, já tinham sido efetuados pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.



Figura 11- O porto de Sepetiba (Fonte : www.petronoticias.com.br)

3.2 Medidas para gestão da água de lastro e sedimentos á bordo

Para estabelecimento de medidas para a gestão da água de lastro, requisitos básicos devem ser seguidos como segurança à navegação, praticidade, possibilidade de execução, ambientalmente aceitáveis e baixo custo.

A esterilização completa da água de lastro é economicamente inviável, além de 100% de eficiência para eliminar o risco de organismos ser quase impossível, faz com que seja necessária a utilização de medidas específicas para gestão e controle da água de lastro para reduzir o problema com esses organismos. Grandes volumes d'água taxas de fluxo, a diversidade de organismos e o curto tempo de permanência da água nos tanques são fatores que dificultam seu gerenciamento (Silva, 2004; Souza, 2004).

A gestão tem três fases: a captação da água de lastro quando o navio está sem carga ou parcialmente carregado, controle ou gestão a bordo, que é o tratamento da água ou realização da troca durante a viagem e movimentá-la entre tanques de bordo para ajustar o navio às condições diversas de tempo e mar, e a descarga, que usualmente é realizada no porto ou próximo, enquanto o navio estiver recebendo carga (Leal Neto, 2007).

O mais efetivo método para prevenir introduções biológicas, consiste na troca do lastro dos navios a uma profundidade maior que 500 metros. Porém, dependendo do navio, das condições do tempo e da carga carregada, esta atividade pode não ser segura (Silva, 2004; Souza, 2004).

Navios que pararem em portos ou terminais do Brasil e estão sujeitos à inspeção naval para determinar se o navio está em conformidade com a referida NORMAM 20 (2004).

Os navios nacionais ou do exterior, que utilizam água como lastro são obrigados a ter um Plano de Gerenciamento da Água de Lastro. O Plano deverá ser incorporado na documentação de operação do navio, sendo específico para cada navio e conter itens como: procedimentos de segurança para o navio e tripulação com relação ao gerenciamento da Água de Lastro; descrição de ações a serem tomadas para implementação do gerenciamento da Água de Lastro; indicação dos pontos para a coleta de amostras da Água de Lastro; designação de um oficial a bordo responsável para pôr o Plano em prática; e estar no idioma de trabalho do navio; se o idioma usado não for inglês, francês ou espanhol, uma tradução para um destes idiomas deverá ser feita.

4.2 Condições para a realização da troca de Água de Lastro

Para a realização da troca da Água de Lastro, deve haver sempre a preocupação com a segurança da tripulação e da embarcação e estar sob boas condições meteorológicas. De acordo com a NORMAM 20:

- as embarcações deverão 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, considerando os procedimentos determinados. Será aceita a troca de Água de Lastro por qualquer dos métodos: Sequencial, Fluxo Contínuo e Diluição;
- nos casos em que o navio não puder realizar a troca da Água de Lastro conforme estabelecido acima, a troca deverá ser realizada o mais distante possível da costa e, em todos os casos, a pelo menos 50 milhas náuticas e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade;
- não deverá ser exigido de um navio que se desvie do seu plano de viagem ou retarde a viagem para cumprimento do disposto nos itens anteriores. Nesse caso o navio deverá justificar-se;
- não deverá ser exigido de um navio que esteja realizando troca da Água de Lastro que cumpra a alínea primeira e segunda, se o Comandante decidir de forma razoável que tal troca ameaçaria a segurança ou estabilidade do navio, sua tripulação ou seus passageiros

devido a condições meteorológicas adversas, esforços excessivos do navio, falha em equipamento ou qualquer outra condição extraordinária;

- quando o navio utilizar o método do Fluxo Contínuo ou de Diluição para a troca da Água de Lastro, deverá bombear, no mínimo, três vezes o volume do tanque;
- os navios ao realizarem a troca da Água de Lastro deverão fazê-lo com uma eficiência de pelo menos 95% de troca volumétrica da Água de Lastro;
- somente os tanques que tiverem sua água trocada poderão ser deslastrados;
- navios que não fizerem deslastro deverão, da mesma forma, apresentar o Formulário sobre Água de Lastro;
- o Agente da Autoridade Marítima deve, sempre que dispuser de informações fornecidas pelos órgãos ambientais, de saúde pública, ou ainda, de universidades e instituições de pesquisa, comunicar às agências marítimas a respeito de áreas sob a sua jurisdição, onde os navios não deverão captar Água de Lastro devido a condições conhecidas. Quando possível, o Agente da AM informará a localização de qualquer área ou áreas alternativas para a captação ou descarga de Água de Lastro, bem como as áreas onde realizam-se dragagens. Tais informações, futuramente, estarão consolidadas em um Plano de Gerenciamento da Água de Lastro dos portos;
- é proibida a descarga de Água de Lastro nas Áreas Ecologicamente Sensíveis e em Unidades de Conservação (UC) ou em outras áreas cautelares estabelecidas pelos órgãos ambientais ou sanitários, nas Águas Jurisdicionais Brasileiras, quando plotadas em carta náutica; e
- quando não for possível efetuar a troca da Água de Lastro, esta deverá ser retida a bordo, admitindo-se a descarga apenas de uma quantidade mínima, com a autorização do Agente da AM, que deverá registrar a ocorrência. Quando isso ocorrer, o Comandante deverá justificar formalmente ao Agente da AM, com a antecedência necessária.

4.3 Sedimentos

Sedimentos presentes na Água de Lastro só podem ser descarregados no mar, nas mesmas condições já citadas para a troca da Água de Lastro, ou em instalações ou serviços de recepção desses sedimentos quando disponíveis nos portos e terminais.

5. NOVAS TECNOLOGIAS PARA A ÁGUA DE LASTRO

5.1 Novas soluções para os problemas

As novas invenções para solução do problema da bioinvasão estão em sua maioria em fase de implantação e testes ou ainda em elaboração conceitual. Em sua maioria, equipamentos são instalados no navio para eliminar os bioinvasores presentes na água de lastro. As principais tecnologias existentes na atualidade são: filtração, hidrociclone, aquecimento, choque elétrico, irradiação por raios ultravioleta, aplicação de biocidas e desoxigenação.

O custo de compra e, conseqüentemente, de manutenção e operação é um dos principais fatores que afasta a instalação destes sistemas a bordo do navio, que só serão largamente implementados quando a lei exigir. Outro fator que é diferença entre diversos navios, como fins, sistemas a bordo e idade (Zhou, 2003).

As regulamentações com relação à água de lastro foram criadas a partir dos anos 90, como consequência, maior parte dos navios não foi projetada para conter os requisitos estabelecidos pela IMO e pelas sociedades classificadoras. Com essa situação, dificuldades para realização de verificações para coletas de amostras nestes navios são os primeiros obstáculos. De modo geral, as entradas de acesso aos tanques de lastro a partir dos conveses são pequenas, e limitam a entrada aos tanques. Então, adaptações são necessárias, como o uso de equipamentos como bombas, ou redes de coletas de fitoplâncton, para a retirada da amostra de água e de organismos presentes nos tanques.

No caso de coleta sedimentos no fundo do tanque é preciso que exista a inspeção direta por agente e toda uma preparação, pois o tanque de lastro é um local insalubre.

As principais tecnologias de tratamento, focos de pesquisas atualmente, são listados a seguir:

-Filtração: a filtração pode remover zooplânctons, pequenos animais marinhos, grandes fitoplânctons, porém, o sistema não reduz a concentração de muitos microorganismos;

-Ultra Violeta: é uma tecnologia de difícil aplicabilidade em navios, porque apresenta problemas com relação à operação do reator UV, mas, existe a possibilidade de melhorias futuras para tornar possível sua utilização.

-Biocidas: os biocidas podem ser muito eficientes para o tratamento da água e podem ser eficientes no tratamento até dos microrganismos. Porém, causam corrosão nos tanques, além de dificuldade de obtenção de permissão para descarga de químicos na costa junto aos órgãos competentes. Seu uso pode causar câncer, colocando a tripulação em risco, e desenvolver problemas reprodutivos nos animais.

-Desoxigenação: tecnologia proposta para matar pequenos animais, mas não é capaz de eliminar microorganismos e bactérias;

-Térmico: este tratamento foi muito testado, mas não há ainda conclusão sobre a temperatura ideal para eliminar todos os microrganismos. Neste método, a avaliação da fonte de energia térmica do navio deve ser feita. Questões como espaço adicional necessário na praça de máquinas para instalação do sistema também devem ser considerados. O custo de um sistema desses é elevado, além dos custos de conversão da maquinaria e instalação. A estimativa do tempo necessário para aquecer a água contida nos tanques de lastro a uma temperatura de 30°C seja de 80 horas;

-Hidrociclones: é um sistema que está sendo proposto como uma alternativa para filtração e separação dos microrganismos, pela geração de pequenos ciclones; não existem, entretanto, conclusões em relação a sua viabilidade. Seu custo é extremamente elevado.

-Pulso elétrico: está em fase inicial de estudo. Baseia-se na transferência de pulsos elétricos por eletrodos para água de lastro, que eletrocuta os microrganismos. É um dos mais promissores projetos em desenvolvimentos com relação a sua aplicabilidade (Zhou, 2003).

Uma solução proposta pela Universidade de Michigan foi um sistema em que a água entra e sai dos tanques do navio durante toda viagem, assim não é necessária a retenção de uma quantidade de água e conseqüente transporte de uma porção de água de um lugar para outro.

O sistema foi batizado de Ballast-free, e seus testes demonstraram que entradas na proa, para entrada da água no navio, não interferem na eficiência da operação do navio.

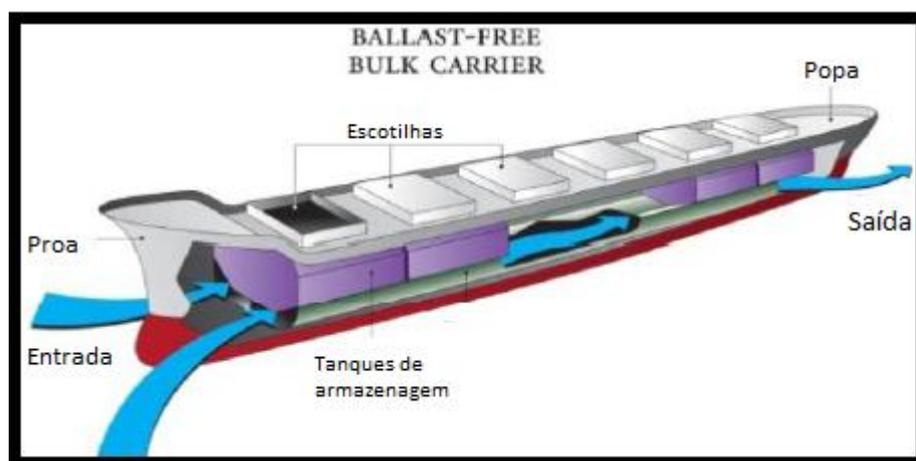


Figura 13-Sistema Ballast-Free (Fonte :www.michigantoday.umich.edu)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A frota mundial de navios é de mais de 50000 navios, é um grande fator de impacto ambiental. Um desses impactos causados por ela, a bioinvasão, onde organismos são transportados na água ou aderidos ao casco.

Estudos já mostraram a situação atual de locais com a presença de organismos exóticos, que comprometem o ecossistema local e causam imensos prejuízos, como é o caso brasileiro do mexilhão dourado, o qual medidas já foram tomadas para evitar sua migração por todo o país.

Para amenizar esse quadro, os Estados criaram leis para o controle da poluição dos mares, a IMO criou o programa GLOBALLAST, para a futura introdução de uma legislação internacional de água de lastro. No Brasil, a NORMAM 20 é a lei com relação ao gerenciamento da água de lastro de navios.

Outras tecnologias estão sendo criadas para auxiliar a resolução desses problemas, muitas em fase ainda de projeto, como filtração, hidrociclone, aquecimento, choque elétrico, irradiação por raios ultravioleta, aplicação de biocidas, desoxigenação e Ballast Free, que podem no futuro ser aplicadas a navios em todo mundo em conjunto com legislações e regulamentações.

Dentre as novas tecnologias para tratamento de água de lastro apresentadas, o método do pulso elétrico mostrou ser o mais promissor, pois é uma tecnologia relativamente simples e com menor custo que as outras, entretanto ainda se apresenta em fase inicial de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALPURE SYSTEM, disponível em:

<<http://www.severntrentservices.com/denora/balpure/system-overview.aspx>>. Acesso em jul.2012.

LEAL NETO, A.C., Identificando similaridades: Uma aplicação para a avaliação de risco de água de lastro. Tese (Doutorado) apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro em Ciências em Planejamento Energético. 2007.

NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA BRASILEIRA. Normam 20. 2004.

PEREIRA, N.N; PRANGE, G.J; BOTTER, RC, ZONA DE EXCLUSÃO PARA LASTRO RADIOATIVO. Disponível em:

<[http://www.aguadelastrobrasil.org.br/arquivos/ZONA%20DE%20EXCLUS%C3%83O%20PARA%20LASTRO%20RADIOATIVO%20v1%20\(REVISADO\).pdf](http://www.aguadelastrobrasil.org.br/arquivos/ZONA%20DE%20EXCLUS%C3%83O%20PARA%20LASTRO%20RADIOATIVO%20v1%20(REVISADO).pdf)>. Acesso em jul. 2012.

SILVA, Julieta Salles Vianna; SOUZA, Rosa Cristina Corrêa Luz. Água de Lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro, Interciência, 2004.

UNIVERSITY OF MICHEGAN, hydrodynamic optimization testing of ballast-free ship design. 2007.

ZHOU, P., Lagogiannis, V., On board treatment of ballast water (Technologies Development and Applications). Globallast. 2003.