

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

**DANIEL PEREIRA FILHO**

**ÁGUA DE LASTRO E BIOINVASÃO**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**DANIEL PEREIRA FILHO**

**ÁGUA DE LASTRO E BIOINVASÃO**

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 de  
Certificado de Competência Regra III/2 de acordo  
com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: IOM Cláudio de Jesus

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**DANIEL PEREIRA FILHO**

**ÁGUA DE LASTRO E BIOINVASÃO**

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 de  
Certificado de Competência Regra III/2 de acordo  
com a Convenção STCW 78 Emendada.

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

Orientador: 1OM Cláudio de Jesus

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho a minha esposa Maria José e as minhas filhas Rosa e Fabiana, que foram as principais fontes de inspiração para a realização do mesmo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me agraciado com a oportunidade de participar deste curso.

À minha família por ter me apoiado nos momentos difíceis desta trajetória.

Aos meus amigos que me apoiaram.

Aos professores pelos ensinamentos que nos foram transmitidos.

E, por último, agradeço especialmente a 1ª Tenente Raquel Apolaro, que me conduziu durante o desenvolvimento deste trabalho.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na  
beleza de seus sonhos.”  
(Eleanor Roosevelt)

## RESUMO

Uma das maiores ameaças para a conservação da biodiversidade marinha no planeta é a transferência involuntária de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos através da água de lastro dos navios. As demais ameaças são as fontes terrestres de poluição marinha, exploração excessiva das fontes de vida marinha e a alteração/destruição física do habitat marinho. Pode-se dizer que, em consequência do comércio global, cujos navios mercantes são responsáveis pelo transporte de mais de 80% das commodities mundiais, estima-se que os mesmos, em suas rotas, transfiram cerca de 12 bilhões de toneladas de ÁGUA DE LASTRO anualmente. Infelizmente esta prática vem impondo sérios impactos ambientais, bem como impactos econômicos e à vida humana, isto porque, no processo de troca (captação e descarga) constante dessa água, cada vez mais organismos aquáticos exóticos nela transportados, e descarregados em diferentes habitats, concorrem acentuadamente para a disseminação de alguns males no mundo todo. Esta monografia tem como objetivo mostrar as consequências das descargas de água de lastro dos navios pelas diversas partes do planeta, podendo conter espécies exóticas e patogênicas, em habitats aquáticos (águas interiores e marítimas), nos quais não haja predadores naturais. Cuida ainda de apresentar a legislação em âmbito nacional e internacional aplicada no controle da água de lastro, enfatizando acerca da gestão da água de lastro e sedimentos em navios.

Palavras-chave: Biodiversidade marinha. Água de lastro. Espécies exóticas. Bioinvasão. Impactos ambientais.

## **ABSTRACT**

One of the greatest threats to the conservation of marine biodiversity on the planet is the unintended transfer of harmful aquatic organisms and pathogenic agents through ballast water from ships. The other threats are sources of marine pollution land, exploitation of sources of marine life and the amendment/physical destruction marine habitat. May-say that, in consequence of the global trade, whose merchant ships are responsible for the transport of more than 80% of world commodities, it's estimated that the same, in its routes, transfer about 12 billion tons of BALLAST WATER annually. Unfortunately this practice imposes serious environmental impacts, as well as economic impacts and for human life, because, in the process of the constant water exchange (appercption and unloading), increasingly exotic aquatic organisms it transported, and unloaded in different habitats, compete markedly for the dissemination of some evils in the world. This monograph has for objective to show the consequences of the ballast water discharges from ships by several parts of the planet, which may contain exotic and pathogenic species, into habitats aquatic (internal and maritime waters), in which there is no natural predators. It takes care of, still, to present the legislation in national and international applied in the control of water ballast, emphasizing about the management of ballast water and sediments in ships.

**Key-Words:** Marine biodiversity. Ballast water. Exotics species. Bioinvasion. Environmental impacts.



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|                   |                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>AFS</b>        | Antifouling System                                                       |
| <b>ANVISA</b>     | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                                 |
| <b>DPC</b>        | Diretoria de Portos e Costas                                             |
| <b>FEEMA</b>      | Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente                         |
| <b>GEF</b>        | Fundo para o Meio Ambiente Global                                        |
| <b>Globallast</b> | Programa Global de Gerenciamento da Água de Lastro                       |
| <b>IBAMA</b>      | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| <b>IEAPM</b>      | Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira                      |
| <b>IMO</b>        | Organização Marítima Internacional                                       |
| <b>NORMAM</b>     | Norma da Autoridade Marítima                                             |
| <b>PNUD</b>       | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento                        |

## SUMÁRIO

|            |                                                |           |
|------------|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>                              | <b>10</b> |
| <b>2</b>   | <b>ÁGUA DE LASTRO</b>                          | <b>11</b> |
| <b>3</b>   | <b>MEIOS DE PREVENÇÃO DA BIOINVASÃO</b>        | <b>15</b> |
| <b>4</b>   | <b>PROGRAMA GLOBALLAST</b>                     | <b>16</b> |
| <b>4.1</b> | <b>O programa Globallast no Brasil</b>         | <b>17</b> |
| <b>5</b>   | <b>TRATAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO A BORDO</b>    | <b>19</b> |
| <b>6</b>   | <b>BIOINCRUSTAÇÃO</b>                          | <b>21</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Mecanismos antiincrustantes</b>             | <b>22</b> |
| <b>7</b>   | <b>CONDIÇÕES PARA O CONTROLE DA BIOINVASÃO</b> | <b>24</b> |
| <b>8</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                    | <b>27</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>              | <b>28</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo internacional de mercadorias se disseminou muito a partir do surgimento do navio a vapor, pois deu mais segurança à navegação. Já o surgimento dos motores a combustão e a construção de navios com casco de aço propiciaram o crescimento da capacidade de carga transportada pelos navios, o que levou à exigência de requisitos de segurança operacional, como estabilidade estática e dinâmica, manobra e governo.

Para garantir a estabilidade do navio durante a viagem, passou-se a utilizar água do mar — “lastro” — como elemento equilibrador do navio. O lastro é o carregamento da água do mar nos tanques do navio que está com seus porões vazios, visando assegurar condições mínimas de estabilidade, governabilidade e manobra.

A água, captada nos portos em que o navio descarrega sua mercadoria, deve ser trocada ao longo da viagem, geralmente em alto mar, à espera de um novo porto para carregamento, onde haverá o despejo da água de lastro. A troca da água de lastro, seja no mar aberto ou junto ao porto, significa gasto de energia com bombas e de tempo. Esse gasto, às vezes, é evitado pelas empresas de navegação, seja não efetuando a troca durante a viagem, seja efetuando-a apenas quando o navio está atracado e executando a operação de carregamento, em qualquer um dos casos, com ou sem troca de lastro durante a viagem, não se pode garantir que a água trocada, tenha qualidade suficiente para não afetar as proximidades do porto em que é descarregada.

É em função disso que milhares de espécies exóticas da nossa perspectiva são transportadas nos porões das embarcações e, após serem transferidas de um local para outro, são introduzidas em habitats que lhes são estranhos, causando impacto ao meio ambiente, à economia dos países e à saúde das pessoas.

Esse impacto também se reflete nos custos para combater as espécies invasoras que podem afetar o Brasil, como é o caso do mexilhão dourado.

## 2 ÁGUA DE LASTRO

Desde os tempos mais primórdios, o homem utiliza a água como meio de transporte. Com o passar dos anos e com a necessidade crescente de transportar cada vez mais pessoas e cargas, o homem passou a desenvolver embarcações, utilizando-se de diversos tipos de materiais. Inicialmente, a madeira foi o material mais empregado na construção de embarcações de cargas e passageiros, sendo utilizada até os dias atuais, principalmente na construção de pequenas embarcações.

Contudo, com o desenvolvimento tecnológico, novos materiais surgiram, e o aço passou a ser, desde o final do século XIX, empregado na construção de navios de pequeno, médio e grande porte. Junto com o desenvolvimento dos materiais, surgiram também novas tecnologias, com o objetivo de melhorar o desempenho e o rendimento das embarcações. Com isso, elas ficaram mais potentes, velozes e capazes de realizar viagens cada vez mais distantes, cruzando praticamente todos os oceanos do mundo.

Como existem diversos tipos de cargas a serem transportadas, as embarcações foram sendo projetadas para atenderem às características de cada uma delas. Logo, existem diversos tipos de embarcações, sendo algumas dedicadas a um único tipo de carga (navios porta-contêineres) e outras de uso misto (navios graneleiros), ou seja, uma mesma embarcação tem capacidade de transportar no interior dos seus porões diversas cargas a cada viagem.

Desse modo, uma determinada embarcação especializada, por exemplo, um navio mineraleiro, pode ir até um porto transportando minério de ferro e não encontrar carga para trazer na sua viagem de volta, devido a sua especificidade.

Nessa situação, surge uma grande dificuldade para a operação do navio, pois ele é projetado para transportar, além do seu próprio peso estrutural, uma determinada quantidade de carga, bem como outros elementos, como água potável, combustível, dentre outros itens que são consumidos durante a viagem, que são classificados como “víveres”.

Quando o navio está viajando completamente carregado, encontra-se na condição de equilíbrio “estável”, pois as forças externas que podem agir contra ele, como as ondas e ventos, não comprometerão sua segurança. Porém, não encontrando carga para fazer a viagem de retorno, o navio não atende a sua missão principal, que é transportar carga, e pode ficar instável, ou seja, quando as ondas e o vento agem sobre o navio, pode acontecer, dependendo

da força desses elementos, do mesmo não conseguir retornar a sua condição de equilíbrio, correndo risco de virar ou de afundar.

Assim, para minimizar o problema do navio que se encontra na condição de realizar a viagem de retorno sem carga ou com uma pequena quantidade dela o que pode comprometer sua segurança, é necessário adicionar um peso extra, para garantir que tenha um comportamento estável e não fique jogando de um lado para outro, conservando seu casco imerso na água, conforme os padrões determinados no projeto “calado do navio”. Esse peso adicional é conhecido como Lastro.

O lastro pode ser definido como qualquer material usado para aumentar o peso e/ou balancear um objeto. Um bom exemplo são os sacos de areia usados em balões de ar quente que podem ser descartados para aliviar a carga, permitindo sua subida. As embarcações de madeira também se utilizam de lastro para garantir sua condição de segurança quando estão navegando.

Em outros tempos, os materiais empregados eram blocos de pedra, sacos de areia, dentre outros elementos que fizessem com que o peso da embarcação aumentasse. Utilizar esse tipo de material não é uma tarefa fácil, pois tanto sua colocação quanto sua retirada pode criar uma situação de risco para o navio, em função de seu deslocamento dentro do casco, o que pode alterar a condição de equilíbrio do navio e das pessoas que manuseiam esses materiais a bordo. Além disso, existe outro problema: o tempo gasto para colocar o peso no local certo e para içá-lo, pois, em geral, os blocos de pedra e os sacos de areia são pesados.

Com o aparecimento de embarcações com cascos de aço, surgiu um novo desafio para os projetistas e dono das embarcações, que era encontrar uma forma mais eficiente de colocar lastro no navio com segurança e praticidade. Então surgiu o seguinte pensamento: “por que não se pode colocar a água do mar dentro dos porões do navio para aumentar o seu peso, uma vez que não utilizamos mais cascos de madeira, e, consequentemente, a água não vai escoar pelas frestas do casco?”.

Do ponto de vista de engenharia de operação, foi um sábio raciocínio, porque, como o casco de aço passou a ser completamente vedada, a água colocada em seu interior poderia ficar retida, aumentando o peso do navio. Além disso, quando fosse necessário carregar o navio novamente, bastaria retornar a água ao mar, e o problema estaria resolvido. A partir desse

momento, ficou decidido que a água do mar seria utilizada em substituição ao lastro sólido, conhecida como água de lastro.

Assim, pode-se definir a água de lastro como: “a água captada no mar ou no rio que, armazenada dentro dos tanques de lastro, tem por objetivo garantir às embarcações operarem em condições seguras no tocante à estabilidade, manobra (imersão do hélice), governo (direção) e distribuição de tensões (ação de forças internas e externas) no casco do navio”.

- a) Manobra: para que um navio possa realizar uma manobra eficiente, seja no porto ou no mar, é necessário que o hélice esteja totalmente imerso na água, pois só assim ele pode oferecer maior rendimento ao navio. Quando o hélice fica fora d'água, o navio perde eficiência durante as manobras. Como a água de lastro aumenta o peso do navio, o casco emerge na água, tendo como consequência, também, a imersão do hélice;
- b) Estabilidade: a água de lastro busca garantir que o navio mantenha sua condição de equilíbrio definida no projeto durante a viagem, minimizando os riscos de o navio virar de um lado para outro. Quando o navio está sem carga, seu centro de gravidade se eleva muito, o que compromete sua estabilidade, ou seja, o navio “cresce”, porque parte do casco fica fora da água, a ação externa do vento e das ondas pode fazer com ele comece a se movimentar de um lado para outro, e, se esses movimentos ficarem cada vez mais rápidos e intensos, pode acontecer de o navio não conseguir retornar a sua condição de equilíbrio, correndo o risco de emborcar ou adernar. Outro problema refere-se à condição de trim, ou seja, o equilíbrio longitudinal do navio, pois a injeção de água de lastro nos tanques garante que o navio permaneça longitudinalmente estável;
- c) Governo: além da manobra, o navio deve buscar manter-se na rota destinada a ele. Sendo assim, a água de lastro também favorece esse processo, pois, se o hélice está imerso e ele está estável, o navio tenderá a seguir a rota predeterminada para chegar a seu destino;
- d) Tensões no casco: durante o carregamento e o descarregamento, é necessário controlar os esforços a que a estrutura do navio é submetida. Quando o navio está operando no mar, ele sofre a ação das forças da natureza, como as ondas, o vento, além das forças internas, como a carga em seu interior agindo sobre a estrutura. Nesse contexto, a água de lastro tem um importante papel, pois ela garante que, quando o navio está sem carga, não sofra esforços excessivos dos agentes externos, que podem comprometer sua estrutura, gerando, em alguns casos, ruptura e perda do navio. Principalmente durante as operações de

carregamento, a água de lastro tem o papel fundamental de garantir que a estrutura do navio não sofra um estresse acentuado em apenas um determinado local. Por outro lado, para captar e despejar a água de lastro, os navios dispõem de um complexo sistema de bombas, válvulas, controles e tubulações em seu interior que distribuem a água entre os tanques.

A captura e o armazenamento da água de lastro dentro dos tanques dependem de navio para navio. Os primeiros navios que utilizaram água de lastro a transportavam no interior dos porões de carga, ou seja, após o descarregamento do porão de carga, era injetada água do mar dentro do porão para aumentar o seu peso, e, conseqüentemente, seu calado. Com a inovação e as definições de normas de segurança operacional, as embarcações passaram por modificações de projeto. Assim, os porões, que transportavam carga na ida e água de lastro na volta, passaram a ter utilização única, ou seja, foram definidos porões específicos para carga e outros para água de lastro.

A segregação dos tanques é necessária, porque, em primeiro lugar, facilita o despejo da água de lastro, em segundo, o combustível “óleo” não pode se misturar com a água de lastro nem com a carga, que deve ficar separada de qualquer tipo de contato com a água e com o combustível. A experiência mostrou que essa é uma configuração ideal de armazenamento dos diversos produtos que o navio carrega durante sua viagem.

O transtorno causado quando a água de lastro era colocada dentro do porão de carga do navio, era enorme, pois antes de carregá-lo, era necessário tirar toda a água e secar o porão, para não haver nenhum tipo de contato entre a água e carga.

Por outro lado, o que parecia ser a melhor solução nos últimos tempos para lastrear e deslastrar os navios se mostrou uma grande ameaça ao meio ambiente, porque estes fazem inúmeras viagens por ano, passando por vários portos para carregarem e descarregarem suas cargas e/ou pessoas. Até então não haveria problema se a fauna marinha (biota) do mundo inteiro fosse a mesma. Porém, como de um local para outro o ecossistema marinho é muito diferente, sem os devidos cuidados, o mundo se vê diante de um problema de enormes proporções.

### 3 MEIOS DE PREVENÇÃO DA BIOINVASÃO

Para reduzir ou evitar a invasão de espécies exóticas pelos tanques de lastro de navios, ações estão sendo realizadas nos últimos anos, tais como campanhas educativas, normas e leis que incentivam a troca do lastro em regiões oceânicas.

Assim, entende-se que a educação é a forma mais importante de conscientizar todos os envolvidos no processo sobre os riscos e problemas causados pela água de lastro. Deve-se buscar incentivar os comandantes e tripulantes a realizarem a troca oceânica, informando-lhes que os organismos estuarinos e costeiros, habitantes de águas com menor salinidade, usualmente, não sobrevivem em regiões oceânicas, com maior salinidade, e vice-versa.

Embora esse seja um procedimento padrão e eficiente, tem sofrido críticas em relação à segurança da tripulação, por, supostamente, comprometer a estabilidade do navio. Com base nisso, alguns comandantes dos navios que atracaram nos terminais portuários do Estado do Paraná, foram questionados sobre os reais riscos da troca oceânica, por serem eles os responsáveis por tal procedimento.

A troca oceânica foi a medida mais citada pelos comandantes (87%) como sendo a melhor opção na prevenção contra a bioinvasão por água de lastro, sendo considerada excelente, muito boa e boa por mais da metade dos comandantes.

A maioria dos comandantes (92%) afirmou não haver riscos à segurança da navegação durante a troca oceânica. Já os demais declararam que, quando há, são considerados pouco graves. O principal risco citado foi a perda de estabilidade do navio, sobretudo, quando o tempo não está bom.

Dessa forma, conclui-se que os comandantes apoiam a troca oceânica como medida preventiva contra a bioinvasão por água de lastro de navios, e, portanto, campanhas educativas e normas reguladoras devem continuar estimulando essa prática.

O trabalho de conscientização ambiental não é uma tarefa simples, e a mudança de comportamento não acontece repentinamente. Os registros apresentados anteriormente mostram que, na realidade, o processo não é tão simples quanto parece.



#### 4 PROGRAMA GLOBALLAST

O Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (GloBallast), iniciado em março de 2000, foi criado com o objetivo de assistir os países em desenvolvimento no trato do problema do lastro dos navios, promovendo ações coordenadas, a fim de assegurar aos mesmos proteção efetiva contra as consequências negativas da transferência de espécies marinhas não nativas indesejáveis que têm como vetor a água de lastro.

Para isso, cada país deveria:

- a) Criar um grupo interministerial para cuidar do assunto;
- b) Elaborar uma política nacional a respeito da introdução de espécies exóticas através das águas de lastro;
- c) Ampliar as pesquisas sobre o problema;
- d) Definir e implantar normas de controle;
- e) Desenvolver programas de monitoramento marinho;
- f) Estimular a cooperação regional.

O programa forneceu assistência técnica, capacitação e encorajamento institucional para os países participantes, de forma a realizarem um efetivo gerenciamento da água de lastro. O escopo do GloBallast também foi ajudar os países participantes a implementar as recomendações da própria IMO sobre o tema, como as medidas de caráter voluntário previstas na Resolução A.868(20) e prepará-los para a implementação da Convenção Internacional para o Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, aprovada em fevereiro de 2004, mas ainda sem previsão de vigência em nível internacional, como já foi citado anteriormente.

O Plano de implementação do Projeto considerou a vulnerabilidade de diversas regiões do planeta e escolheu seis portos (ou áreas-piloto) em países em desenvolvimento: Sepetiba, no Rio de Janeiro; Dalian, na China; Bombaim, na Índia; Kharg Island, no Irã; Saldanha, na África do Sul; e Odessa, na Ucrânia. Em cada um desses países, o Programa contou com o suporte de uma “Força-Tarefa Nacional” composta por uma equipe multiinstitucional e multidisciplinar de especialistas.

#### **4.1 O programa Globallast no Brasil**

No Brasil, a agência coordenadora do GloBallast é o próprio Ministério do Meio Ambiente, auxiliado por diversas organizações e universidades: Marinha do Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Companhia Docas do Rio de Janeiro, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, IBAMA, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Petrobras, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Estadual Norte Fluminense, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Universidade Santa Úrsula. Cada Força-Tarefa teve a responsabilidade de focalizar determinados organismos e avaliar os caminhos e processos requeridos para sua introdução e fixação em águas nacionais, bem como identificar os recursos naturais mais sensíveis e potencialmente ameaçados pelos mesmos.

No Brasil, os estudos iniciais necessários ao GloBallast ocorreram no porto de Sepetiba (RJ). O projeto foi iniciado em maio de 2000 e se estendeu até março de 2004. Em setembro de 2000 ocorreu o 1º Simpósio de Água de Lastro, no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), em Arraial do Cabo (RJ), com a presença do coordenador-geral do GloBallast, Steve Raaymakers, e de pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, universidades e órgãos governamentais envolvidos no projeto, formando uma ‘força-tarefa’ nacional. Na ocasião foi elaborado um plano de ação visando o cumprimento das metas do programa.

Dentro desse plano, já está concluído o levantamento de dados históricos sobre a baía de Sepetiba, e todos os trabalhos científicos (publicados ou não) com registros de organismos coletados nessa baía já foram catalogados. Em novembro de 2001, campanhas oceanográficas coletaram no local organismos planctônicos e bentônicos, além de peixes. As coletas foram feitas na água, no sedimento, nos costões rochosos e nos pilares dos terminais portuários. As amostras, que estão sendo analisadas, mostrarão um retrato fiel da fauna e da flora atuais da baía e identificarão possíveis espécies exóticas.

O porto de Sepetiba foi escolhido por estar situado próximo a um grande centro como o Rio de Janeiro (o que facilita o apoio técnico, científico e logístico) e em uma área ecologicamente sensível. Além disso, é um porto exportador com tendência de crescimento no volume de carga, nele é efetuado o monitoramento marinho, pela Fundação Estadual de

Engenharia do Meio Ambiente (Feema), e a Autoridade Portuária tem interesse na implantação de um sistema de gestão ambiental.

O projeto envolve o inventário da flora e da fauna costeiras (identificação de todas as espécies que habitam a região) e o incentivo à pesquisa acadêmica sobre a contaminação de águas de lastro (e a introdução de organismos), sobre a extensão dos impactos já observados e sobre métodos de tratamento. Além disso, está prevista a capacitação do pessoal de bordo e terra para a coleta de amostras e a implantação de um banco de dados e de um sistema de informações sobre o assunto.

Em 01 de abril de 2005 iniciou-se a fase preparatória para a segunda etapa do projeto: o “Parcerias GloBallast” (GloBallast Partnerships ou, por extenso, Building Partnerships to Assist Developing Countries to Reduce the Transfer of Harmful Aquatic Organisms in Ships’ Ballast Water), com duração também de cinco anos, contando com um orçamento de 17 milhões de dólares, dos quais 10 milhões de dólares são provenientes de uma espécie de contribuições de países participantes e outros parceiros interessados. O resto do financiamento será sob a forma de um GEF para conceder apoio nos custos adicionais. O PNUD está agindo como a agência de execução do GEF. Este projeto preparatório foi executado pela IMO durante um período de 18 meses e deveria fornecer as bases para a plena escala do Projeto “Parcerias GloBallast”, para se tornar operacional em 2006/2007. O principal objetivo é ajudar, particularmente, os países e/ou regiões vulneráveis para aprovar as reformas jurídicas e políticas em conformidade com os objetivos da Convenção Internacional para Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, aprovada pela IMO em fevereiro de 2004.

## **5 TRATAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO A BORDO**

A responsabilidade da gestão da água de lastro deve ser de todos os envolvidos no processo, assim, os portos não devem se eximir da responsabilidade em relação à água de lastro despejada pelos navios que atracam em sua jurisdição, bem como os órgãos fiscalizadores devem ter a responsabilidade de garantir que os navios cumpram o procedimento de controle e gestão da água de lastro. Diante da problemática, as ações devem ser integradas, e não isoladas.

Baseados na Convenção e nas Diretrizes da IMO, os portos devem desenvolver Planos de Gestão de Água de Lastro do Porto.

Nesses Planos, devem estar detalhadas as exigências e ações a serem cumpridas pelos navios que entrarem no porto, e devem constar dados sobre o porto, levantamento de dados biológicos básicos da área portuária e avaliação de risco da água de lastro.

De acordo com a NORMAM-20/DPC, os navios devem ter a bordo um Plano de Gerenciamento de Água de Lastro, com o propósito de fornecerem procedimentos seguros e eficazes para esse fim.

Esse Plano, que é específico para cada navio, documenta todas as informações relativas às ações a serem empreendidas pelo navio em relação à água de lastro, como a não liberação, as trocas e os tratamentos a bordo, se ocorrerem.

Os registros que existem no Brasil não são disponíveis para consultas prévias. O problema é que as dificuldades de coleta de amostras para análise da biota existente na água de lastro e de acesso às informações sobre a troca de água de lastro têm levado muitos pesquisadores a desistirem de realizar suas pesquisas.

Existem estudos públicos, desenvolvidos por pesquisadores e universidades, que apontam os resultados, contidos nos formulários entregues aos órgãos fiscalizadores, das análises da água coletada nos tanques de lastro.

Alguns desses estudos se prestaram a analisar o conteúdo dos formulários entregues à Marinha pelos comandantes dos navios no período de 2000 a 2002, revelando os seguintes problemas:

- a) Grande parte dos formulários foi preenchida incompleta e/ou incorretamente; diferentes tipos de formulário; diferentes unidades utilizadas (algumas vezes, revelando falta de informação da unidade); falta de dados (data de chegada, nome e posto do oficial responsável); diferentes combinações de tanques na “coleta” e na “descarga” da água de lastro; cópias ilegíveis, escrita incompreensível; dados incoerentes entre as diferentes seções do formulário (número de tanques e/ou volumes) e confusão no campo “sea height” entre a profundidade em que ocorreu a troca da água de lastro e a altura da onda. Outro estudo realizado junto aos formulários apresentados ao porto de Itajaí apresentou os seguintes problemas:
- b) Dos oitocentos e oito formulários analisados, apenas trinta e nove continham dados sobre deslastre, em que onze não declaram ter feito a troca oceânica, nove não possuíam a origem do lastro (coordenadas) e um não possuía qualquer coordenada de origem e troca;
- c) Do total de duzentos e setenta formulários, (33,42%) apresentavam declaração de que haviam realizado a troca oceânica. Utilizou-se como procedimento de validação do local da troca uma análise das coordenadas geográficas contidas no relatório, e concluiu-se que, do total de duzentos e setenta declarações de troca, 45% das coordenadas indicavam locais junto à costa, próximo de ilhas, dentro de baías e enseadas, sendo que em um dos casos o navio estava aproximadamente quatrocentos quilômetros terra adentro.

Outro estudo realizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, em 2003, apresenta os resultados de noventa e nove amostragens de água de lastro de navios em nove portos brasileiros e segundo ele: “foi verificado que 62% das embarcações cujos comandantes declararam ter efetuado a substituição da água de lastro em área oceânica, conforme orientação da IMO, provavelmente não o fizeram ou fizeram de forma parcial, por possuírem água de lastro com salinidade inferior a trinta e cinco”.

Segundo os pesquisadores: “a primeira dificuldade foi acessar os tanques de lastros dos navios, já que nem todos os acessos aos tanques encontravam-se no convés, pois existem tanques cujo acesso se dá por elipses que se localizam nos porões de cargas. Muitos navios têm tanques onde o acesso deve ser realizado por tubos sinuosos de sondagem, de forma que não se pode introduzir nenhum equipamento a fim de coletar amostras”.

## **6 BIOINCRUSTAÇÃO**

Bioincrustação é um processo natural que ocorre com qualquer estrutura quando posta em contato com água onde existe presença de microrganismos, passando a funcionar como substrato para a fixação de organismos. Deste modo, o mar desponta como sendo o local ideal para que este processo venha ocorrer. Ela se inicia imediatamente após o objeto ser colocado no mar, e, ao longo do tempo, uma variada comunidade vai se estabelecendo gradativamente nessas estruturas submersas: inicialmente bactérias, desenvolvendo-se até o ponto onde se verifica a presença de organismos marinhos como micro-algas, cracas e mexilhões, usualmente conhecidos como incrustações.

Começou-se a verificar, então, a interferência dessas incrustações na eficiência das embarcações. Percebeu-se, segundo a NORMAM 23/DPC, que os problemas causados pelas incrustações eram consideráveis:

- a) As incrustações na área submersa do casco (obras-vivas) resultam em rugosidades, que aumentam o atrito do casco com a massa líquida, resultando em perda de velocidade;
- b) Consequentemente, ocorre maior consumo de combustível;
- c) Bloqueiam as caixas de mar, dificultando a refrigeração dos motores;
- d) Geram a necessidade de docagens com maior frequência, para limpeza do casco; e
- e) Provocam a ocorrência de ruídos e vibrações prejudiciais à estrutura, aos propulsores e aos equipamentos da embarcação.

Além de gerar prejuízos consideráveis às atividades de navegação, conforme citado anteriormente, pesquisas recentes indicam que a bioincrustação em navios ainda constitui um vetor importante no transporte de espécies alienígenas incrustantes.

## 6.1 Mecanismos antiincrustantes

Por causa desses problemas foram desenvolvidas tintas especiais, no âmbito do sistema de pintura, com a finalidade de minimizar a fixação de incrustações nas obras-vivas, chamado genericamente de Sistema Antiincrustante, ou pela sigla AFS, em inglês “Antifouling System”.

O Sistema Antiincrustante é um sistema de pintura de obras-vivas de embarcações desenvolvido ao longo de décadas, em função da percepção dos Armadores, da importância da embarcação dispor de um casco livre de incrustações para ter bom rendimento (boa velocidade, economia de combustível e período maior entre docagens).

A eficiência dos AFS nas embarcações está diretamente relacionada a:

- a) Redução do consumo de combustível;
- b) Redução de custos com manutenção;
- c) Prontidão para funcionamento;
- d) Redução do ruído;
- e) Minimização do desgaste dos motores;
- f) Aumento dos intervalos de docagem a seco; e
- g) Redução dos efeitos danosos ao meio ambiente.

Várias tintas com composições antiincrustantes foram e estão sendo desenvolvidas, entre elas as tintas a base de tibutil-estanho (TBT), que apesar de sua eficiência, foram banidas por vários países a partir de 2003, tendo como prazo final determinado pela IMO, 01 de janeiro de 2008 para sua completa proibição de uso.

Foram desenvolvidas pesquisas em ecossistemas marinhos, em diferentes partes do mundo, e constatou-se que as tintas a base de TBT tinham compostos persistentes e com capacidade de serem transferidos na cadeia alimentar (alto potencial de bio-acumulação), os quais podem ser prejudiciais à saúde humana. Assim sendo, a proibição do uso de antiincrustantes que contenham esses compostos orgânicos é a melhor atitude para prevenir efeitos danosos ao meio ambiente marinho e à saúde humana.

Considerando estes problemas, algumas alternativas químicas ao uso de TBT estão sendo buscadas:

- a) Pinturas convencionais a base de cobre (cobre metálico, óxido cuproso ou tiocianato cuproso), a qual apesar de sua menor performance, é consideravelmente menos tóxica do que o TBT;
- b) Pinturas a base de cobre com resinas de autopolimento, onde compostos secundários (zinco-piritiona ou cobre-piritiona) reforçam a ação biocida (efetiva a grandes velocidades > 20 nós);
- c) Uso de pinturas não tóxicas com o uso de Teflon, o qual evita ou minimiza a adesão de organismos quando a embarcação encontrar-se em movimento (fouling release coatings);
- d) Outra variação se faz usando polímeros de silicone, com mais sucesso



## 7 CONDIÇÕES PARA O CONTROLE DA BIOINVASÃO

Enquanto estão em desenvolvimento tecnologias de tratamento seguramente eficazes e que sejam capazes de resolver o problema da bioinvasão, sem acarretar danos colaterais à embarcação e ao próprio meio ambiente, a IMO institui alguns procedimentos operacionais que devem ser praticados a bordo durante a viagem. São medidas preventivas orientadas pela Resolução A.868(20) da IMO, no item 9 (Procedimentos operacionais de navios).

De acordo com o subitem 9.1.1 da Resolução A.868 (20), a captação de água de lastro pode ser reduzida ao mínimo, ou quando aplicável, ser evitada em áreas e situações como as descritas a seguir:

- a) Áreas identificadas pelo Estado do porto que oferecem risco de abrigar organismos aquáticos e patogênicos, conforme citado no item 8.2.2 da Resolução (áreas com erupção, infestações ou populações conhecidas de organismos nocivos e patogênicos; áreas com ocorrências de florescimento de algas visitantes, como o caso da maré vermelha; em áreas com descarga de esgoto ou com conhecida incidência de doenças; locais onde existam operações de dragagem nas proximidades; quando a corrente de maré é conhecida por ser mais turva; e áreas onde o fluxo de maré é conhecido por ser pobre);
- b) À noite, quando certos organismos de fundo migram para a superfície do mar;
- c) Em águas muito rasas, que têm grande concentração de sedimentos;
- d) Em áreas onde os hélices levantam os sedimentos do fundo.

Quanto aos sedimentos, de acordo com o item 9.1.2 da Resolução A. 868 (20), quando possível, devem ser realizadas limpezas de rotina nos tanques de lastro, para retirar os sedimentos que possam ter sido recebidos. Essas limpezas devem ser feitas em mar aberto, ou num porto ou dique seco, de uma maneira controlada, de acordo com o disposto no plano de gerenciamento da água de lastro do navio.

Caso não haja meios de controle dotados de base científica, a Resolução reconhece que a troca da água de lastro em alto-mar (profundidade superior a 200 metros) é o método preventivo mais efetivo, disponível no momento, para minimizar a transferência de espécies indesejáveis. A troca da água de lastro em áreas oceânicas profundas é o fundamento da recomendação internacional e da legislação brasileira para o plano de gerenciamento de água

de lastro desenvolvida pela Marinha do Brasil, em particular pela Diretoria de Portos e Costas, intitulada de NORMAM 20/DPC.

De acordo com o descrito no subitem 9.2.1 da Resolução A. 868 (20) da IMO, algumas práticas são recomendadas para a troca da água de lastro:

- a) Quando possível, os navios devem efetuar a troca da água de lastro em águas profundas, em mar aberto e o mais afastado possível da costa. Quando isto não for possível, os requisitos desenvolvidos nos acordos regionais devem estar em operação, especialmente em áreas dentro de 200 milhas náuticas de terra. Conforme o estabelecido no item 9.1.2 desta Resolução, toda água de lastro deve ser descarregada até a sucção ser perdida, e as bombas de vácuo ou edutores devem ser utilizados se possível;
- b) Quando o método de fluxo contínuo é empregado em mar aberto pelo bombeamento da água de lastro para o tanque ou porão e permitindo que a água transborde, não menos que três vezes o volume do tanque deve ser bombeado através do mesmo;
- c) Quando outra forma de troca de água de lastro em mar aberto é utilizada, a troca de lastro deve ser aceita pelo Estado do porto nas áreas designadas; e
- d) Outras opções de troca de lastro aprovadas pelo Estado do porto.

O princípio preventivo deste procedimento se fundamenta no fato das espécies oceânicas não sobreviverem em ambientes de regiões costeiras e vice-versa. Geralmente, os organismos oriundos de portos tropicais não sobreviverão nem se reproduzirão em águas geladas, temperadas, polares ou vice-versa.

A Convenção Internacional de Água de Lastro deixou em aberto o caso dos navios de cabotagem, que navegam ao longo da costa e que podem transportar espécies exóticas de diferentes ambientes, como caso dos portos de baixa salinidade. Razão pela qual a NORMAM 20/DPC inclui estes casos na troca oceânica recomendando fazê-la pelo menos a 50 milhas náuticas da costa e em águas com profundidade mínima de 200 metros.

No caso da Bacia Amazônica, a nossa legislação exige que a água de lastro dos navios seja trocada duas vezes. A primeira troca (50 milhas) é para prevenir os impactos ambientais pela bioinvasão e a segunda, mais próximo da foz do Rio Amazonas, é para prevenir os impactos ambientais em função do deslastro de água salgada num ambiente de água doce como o caso do Rio Amazonas.

Em casos onde os requerimentos acima não forem possíveis, serão designadas áreas para onde os navios deverão conduzir a troca da água de lastro.

É impossível prever-se que impacto ocorrerá com a introdução de uma espécie não nativa. Uma espécie que não causa impacto negativo em seu habitat de origem pode causar efeitos dramáticos quando introduzidas em novos ambientes. Logo, não é possível identificar áreas de risco zero onde o controle do lastro não seja necessário (Committee on Ship's Ballast Operations, 1996).

Entretanto, a segurança do navio pode impedir este tipo de operação. Trocas de água de lastro em alto-mar podem não ser consideradas seguras, dependendo do tipo do navio e da carga e, ainda, das condições do tempo e do mar, podendo afetar a estabilidade e a estrutura do navio e colocar em risco a vida da tripulação.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vasto litoral brasileiro constitui a primeira barreira para a execução rápida e eficiente de leis e diretrizes que venham regulamentar as descargas de água de lastro. O grande número de portos e a variedade de ecossistemas trarão dificuldades para o monitoramento e controle das descargas de água de lastro ao longo da costa brasileira.

O monitoramento do ambiente marinho é imprescindível no controle e gerenciamento do problema. O pré-requisito para qualquer tentativa de controle no conhecimento da distribuição e abundância de espécies exóticas e, ainda, no conhecimento da fauna e flora local, identificando espécies endêmicas.

Sendo a água de lastro uma das grandes ameaças ao equilíbrio do ambiente marinho e uma das responsáveis pela homogeneização dos ecossistemas aquáticos, torna-se necessário que o projeto desenvolvido no porto de Sepetiba seja estendido para, pelo menos, todos os grandes portos brasileiros. O Brasil é o único membro do GloBallast na América Latina e é importante que ele alerte sobre o problema, forma parcerias e incentive outros países da América do Sul, com o objetivo de minimizar a dispersão e introdução de espécies exóticas na nossa região.

O fato da Convenção para Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos ainda não estar em vigor em âmbito internacional, não impossibilita a Autoridade Marítima local de se precaver com legislações que protejam seus territórios, como é o caso do Brasil, que com o advento da NORMAM 20 está contribuindo e colaborando de forma acirrada para combater essas espécies indesejadas, monitorando o cumprimento da legislação através de inspeções de Port e Flag State Control.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. **Água de lastro**. Disponível em: <<http://antaq.gov.br/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 21 out. 2014.

ÁGUA DE LASTRO BRASIL. Disponível em: <<http://www.aguadelastrobrasil.org.br>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC). **NORMAM 20**. Disponível em: <[https://www.dpc.mar.mil.br/normam/N\\_20/N\\_20.htm](https://www.dpc.mar.mil.br/normam/N_20/N_20.htm)>. Acesso em: 01 nov. 2014.

DPC. Disponível em: <<http://www.dpc.mar.mil.br>>. Acesso em: 21 out. 2014.

GLOBALLAST. Disponível em <<http://globallast.imo.org>>. Acesso em: 19 out. 2014.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos**. Resolução A. 868(20)-IMO. 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água de lastro**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agua-de-lastro>>. Acesso em: 19 out. 2014.