

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS –**  
**APMA.01/2018**

**ADRIANO CALIXTO REIS**

**GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO**

**Rio de Janeiro**

**2018**

**ADRIANO CALIXTO REIS**

**GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS**

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: 1T (RM2-T) Raquel da Costa Apolaro

**Rio de Janeiro**

**2018**

ADRIANO CALIXTO REIS

## GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO

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: 1T (RM2-T) Raquel da Costa Apolaro

---

Assinatura do Orientador

---

Assinatura do Aluno

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pois sem Ele nada seria possível. Dedico também a minha família, que sempre se fizeram de essencial suporte para que eu alcançasse meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tornar possível a realização de mais uma etapa na minha carreira profissional. Sou grato por todo apoio e dedicação que me foi dado pela minha família para que me tornasse a pessoa que hoje sou. Agradeço, também, ao auxílio e dedicação da minha orientadora para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O meio de transporte aquaviário, é, sem sombra de dúvidas, o que possui o melhor custo benefício quando se trata de comércio internacional, haja vista que cerca de 90% das mercadorias são transportadas por vias marítimas. Porém, o mesmo, oferece uma série de riscos, tanto pessoal, como ambiental. E para manter o comércio via navios faz-se necessário o lastro e deslastro. De acordo com Organização Marítima Internacional (IMO) estima-se que os navios transportam cerca de 12 bilhões de toneladas de água de lastro anualmente. Infelizmente isso acarreta impactos ambientais, econômicos e à vida humana, isso porque nas operações de captação e descarga de água cada vez mais organismos aquáticos exóticos são despejados em diferentes nichos ecológicos, no hemisfério norte e no hemisfério sul, agravando o desequilíbrio ambiental. Esta monografia visa esclarecer desde o motivo do uso da água de lastro em embarcações marítimas, como os impactos ambientais já causados por seu mau gerenciamento e ou tratamento, as medidas de controle para evitar dano ao meio ambiente e tipos de tratamento da água de lastro. Discorre-se sobre a legislação internacional, Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios e Globallast e nacional que é a Norman 20.

Palavras-chave: Gerenciamento. Tratamento. Bioinvasão. Lastro.

## **ABSTRACT**

The waterway transport is undoubtedly the most cost-effective when it comes to international trade, since about 90% of the goods are transported by sea. However, it offers many risks, personal and environmental. And to maintain the commerce by ships it is necessary the ballast and de-ballast. According to the International Maritime Organization (IMO) it is estimated that ships carry about 12 billion tonnes of ballast water annually. Unfortunately, this causes environmental, economic and human impacts, because in the operations of abstraction and discharge of water, more and more exotic aquatic organisms are dumped in different ecological niches, in the northern hemisphere and in the southern hemisphere, aggravating the environmental imbalance. This monograph aims to clarify the reason for the use of ballast water in marine vessels, such as environmental impacts already caused by poor management and / or treatment, control measures to avoid damage to the environment and types of ballast water treatment. The international legislation, International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, and Globallast and the national standard of Norman 20, is discussed.

Keywords: Management. Treatment. Bioinvasion. Ballast. Keywords: Management. Treatment. Bioinvasion. Ballast.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Esquema explicativo sobre a água de lastro	14
<b>Figura 2:</b>	Colonização do mexilhão-zebra	16
<b>Figura 3:</b>	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	17
<b>Figura 4:</b>	Caranguejo <i>Carcinus maenas</i>	17
<b>Figura 5:</b>	Mexilhão Dourado	19
<b>Figura 6:</b>	Filtros obstruídos pelo molusco	19
<b>Figura 7:</b>	Mapa de distribuição do mexilhão-dourado na América do Sul	21
<b>Figura 8:</b>	Mapa das regiões em que o programa <i>GLOBALLAST</i> pretende representar	25
<b>Figura 9:</b>	Planta de Tratamento da Água de Lastro	31



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>IMO</b>	International Maritime Organization
<b>AIRD</b>	Diretório de Pesquisa de Invasões Aquáticas
<b>ISSG</b>	Invasive Species Specialist Group
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
<b>GLOBALLAST</b>	Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>DPC</b>	Diretoria de Portos e Costas
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento
<b>GEF</b>	Fundo para o Meio Ambiente Mundial

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2 ÁGUA DE LASTRO</b>	13
<b>2,1 Conceito de Água de Lastro</b>	14
<b>2.2 Bioinvasão</b>	15
<b>2.2.1 Principais Espécies Bioinvasoras</b>	16
<b>3 ESTUDO DE CASOS</b>	18
<b>3.1 O Mexilhão Dourado</b>	18
<b>4 LEGISLAÇÃO</b>	22
<b>4.1 Atuação do Brasil (NORMAM-20)</b>	22
<b>4.2 Programa GLOBALLAST – Programa de Gerenciamento de Água de Lastro</b>	24
<b>4.3 Convenção Internacional de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos de Navios</b>	25
<b>5 MÉTODOS DE GESTÃO E TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO NOS NAVIOS</b>	28
<b>5.1 Troca de Lastro em Alto Mar</b>	28
<b>5.2 Método Sequencial</b>	28
<b>5.3 Método de Transbordamento</b>	28
<b>5.4 Método de Fluxo Contínuo</b>	28
<b>5.5 Método de Diluição</b>	29
<b>5.6 Filtração</b>	29
<b>5.7 Método de Aquecimento</b>	29
<b>5.8 Desoxigenação</b>	29
<b>5.9 Tratamento Químico – Biocida</b>	30
<b>5.10 Luz Ultra Violeta</b>	30

<b>5.11 Pulso Elétrico / Plasma</b>	30
<b>5.12 Cavitação ou Tratamento Ultrassônico</b>	30
<b>5.13 Sistema de Tratamento Típico Utilizado em Embarcações</b>	31
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	32
<b>REFERÊNCIAS</b>	33

## 1 INTRODUÇÃO

O lastro e deslastro é utilizado em todo tipo de embarcação por diversas finalidades, tais como: estabilidade da embarcação, redução de calado para entrada em portos, bandas permanentes por motivos operacionais, distribuição de carga homogênea para evitar excessivos esforços estruturais no casco, entre outros.

Devido as longas distâncias percorridas, como por exemplo, no transporte marítimo internacional, sabemos que há diferentes climas, recifes, espécies marinhas, flora e fauna do porto de origem e no porto de destino. Fatalmente durante as operações de lastro e deslastro, junto com a água do mar pode-se constatar uma gama de organismos vivos transportados, os quais sobrevivem nos tanques dos navios desde o porto de origem ao porto de destino.

Consequentemente a descarga dessa água em portos de diferentes hemisférios, por exemplo, permite o estabelecimento e proliferação de organismos aquáticos invasores, nocivos e agentes patogênicos, por razão de muitas das vezes não possuírem predadores naturais no meio despejado. Como consequência obtém-se a causa de diversos impactos ambientais se tornando sérias ameaças ecológicas, econômicas e até a saúde humana.

A IMO calcula que cerca de sete mil espécies de animais e vegetais são transportadas pela água de lastro e sedimentos no mundo todo.

Devido a gravidade do problema abordado, a IMO e a DPC tomaram ações para eliminação e ou mitigação dessa ameaça alienígena presente no dia a dia do comércio mundial.

## 2 ÁGUA DE LASTRO

Para iniciarmos nossa pesquisa, é mister ressaltar que anteriormente a água de lastro, tema do trabalho, era utilizado o lastro sólido na forma de pedra, areia ou metais por séculos.

Somente, a partir de 1880 é que se passou a usar a água como lastro para manter a segurança e garantir a integridade física das embarcações. Entretanto, é provável que somente durante e após a Segunda Guerra Mundial, a água de lastro tenha começado a circular em grandes volumes, dando início à introdução de espécies exóticas por esta via.

Abaixo, podemos citar algumas das características do lastro sólido usado nos primórdios da navegação e do lastro líquido utilizado hoje em dia.

### **Lastro sólido**

- a) Nem sempre estava disponível;
- b) Mais caro;
- c) Necessita arrumação e amarração cuidados a bordo;
- d) Demorava de ser carregado e descarregado;
- e) Usados nos próprios tanques de carga;
- f) Necessitava de carregadores e guindastes;
- g) Resíduos de pedras, ferro, rochas ou areia no fundo dos tanques.

### **Lastro Líquido**

- a) Usado a partir de 1880, constando da água do mar, rios e lagos;
- b) Disponível em qualquer lugar;
- c) É gratuito;
- d) Fácil distribuição nos tanques de lastro;
- e) Rapidez no carregamento e na descarga;
- f) Alguns tipos de navios possuem tanques de lastro e bombas próprias ou em certos tipos de navio pode ser carregado nos tanques de carga;
- g) Entrada do líquido através da caixa de mar, que possuem grades para evitar a passagem de objetos grandes;
- h) Podem ocorrer sedimentações de espécies no fundo dos tanques podendo germinar e originar populações nocivas.

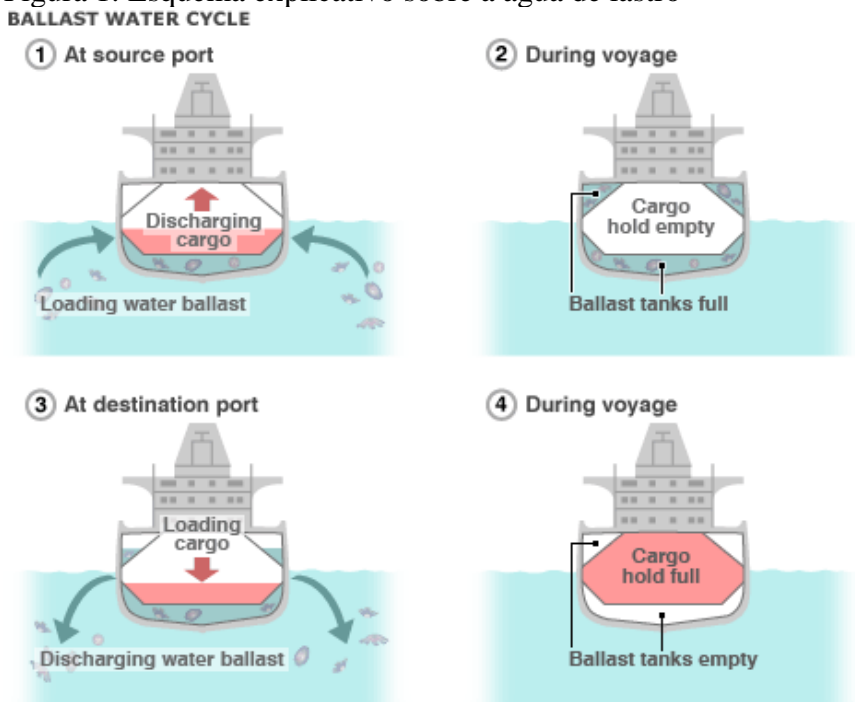
## 2.1 Conceito de água de lastro

Lastro é tudo aquilo usado para dar estabilidade, firmeza, aumentando o peso, segundo o que encontramos no Dicionário Aurélio. Por definição do Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho da IMO (MEPC 48/2,2002), água de lastro é a água com material em suspensão, carregada a bordo de um navio para o controlar trim (diferença entre calados a ré e a vante), o adernamento, o calado, a estabilidade e as tensões torcionais existentes no carregando de um navio.

A água de lastro garante ao navio um equilíbrio estável, pois compensa as variações de peso devido ao consumo de óleo combustível e de água potável durante a viagem. Realiza também o contrabalanço dos pesos no navio decorridos do carregamento para garantir a diminuição dos esforços estruturais no casco, além de garantir a segurança, pois o navio operará em boas condições de estabilidade. Ressalta-se também que trabalhará com mais eficiência, visto que quando o navio está submerso garantindo o bom funcionamento do hélice e do leme.

Os tanques de lastro são tanques estruturais, sendo normalmente localizados nos tanques de duplo fundo, nos tanques de colisão de vante e de ré, localizados na proa e na popa da embarcação, respectivamente. Podemos também, em certos navios, alagar os porões quando não estiverem carregados.

Figura 1: Esquema explicativo sobre a água de lastro



SOURCE: GloBallast

Fonte: <http://sup-subs.blogspot.com/2012/03/balast-tank.html>

A água de lastro é recolhida do mar através de bombas de lastro ou pela gravidade, geralmente com as entradas protegidas com grades que evitam a invasão de outros objetos que não sejam a água. Mas é claro que isso não é suficiente para impedir a entrada de pequenos microrganismos e bactérias como ilustrado na figura 1:

Quando um navio está descarregado, seus tanques recebem água de lastro para manter sua estabilidade, balanço e integridade estrutural. Ao ser carregado, essa água é lançada ao mar, o que muitas vezes pode ocorrer em portos diferentes de onde a água foi recolhida. O problema da água de lastro surge quando os microrganismos da água que foi recolhida possuem predominância sobre os nativos, por não possuírem predadores naturais, causando diversos impactos ambientais e se tornando sérias ameaças ecológicas, econômicas e a saúde humana.

Devemos ressaltar também as partículas em suspensão que permanecem nos tanques de lastro dos navios mercantes por longos períodos e se depositam no fundo desses tanques, através de decantação, pois nele se encontra a maior quantidade de organismos vivos que são os vetores dos organismos aquáticos do ambiente que receberá a água de lastro contaminada.

## **2.2 Bioinvasão**

### **2.2.1 Principais espécies bioinvasoras**

A introdução de uma espécie em um novo habitat constitui risco ambiental e econômico. Em condições ambientais favoráveis e livres de predadores naturais, esses novos organismos podem atingir altas densidades. Uma vez estabelecidos, dificilmente serão eliminados.

Fatores importantes a serem considerados no estabelecimento de uma determinada espécie:

- a) As características biológicas das espécies e as condições do meio ambiente onde elas estão sendo introduzidas;
- b) O clima;
- c) O número de indivíduos introduzidos (número suficiente para estabelecimento de uma população);
- d) A competição com as espécies nativas e a disponibilidade de alimento.

Os locais de descarga considerando que sejam áreas fechadas, como portos são os mais suscetíveis ao sucesso da colonização.

A dragagens e drenagens mudam o regime hidrográfico e favorecem a colonização de novas espécies.

O Diretório de Pesquisa de Invasões Aquáticas (AIRD), administrado pelo Smithsonian Environmental Research Center, em Maryland, EUA, em parceria com pesquisadores de outras partes do mundo foi adquirido como forma de obter informações sobre invasões aquáticas. Ele se baseia na internet, contendo informações das pessoas, pesquisas, tecnologias, gerenciamentos e políticas relativas às invasões aquáticas.

O diretório abrange as seguintes áreas: invasões aquáticas, água de lastro, prevenção e tecnologias de tratamento e política de gerenciamento (AIRD).

A seguir são descritas algumas das principais invasões com sucesso documentadas em todo o mundo.

- O mexilhão zebra (*Dreissena polymorpha*)

Figura 2: Colonização do mexilhão-zebra



Fonte: <http://porcimadovento.blogspot.com.br/2011/04/mexilhao-zebra.html>

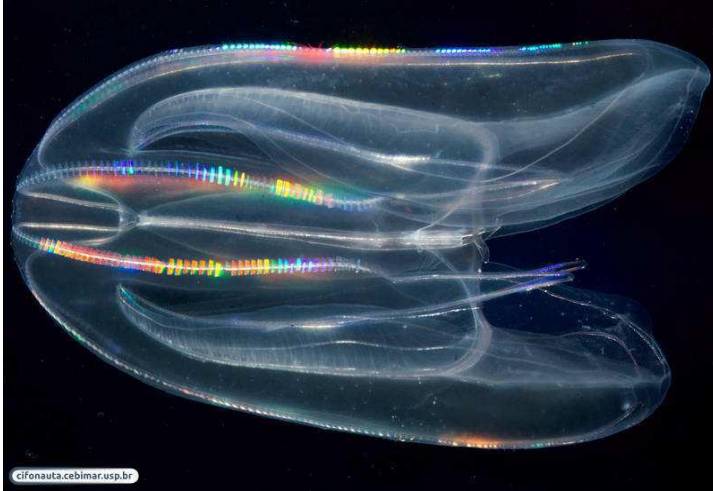
Estabeleceu-se nos Grandes Lagos, EUA, e hoje ocupa 40% dos rios americanos de norte a sul do país. Oriundo da Europa, dos mares Negro e Cáspio, onde se encontra em equilíbrio ecológico e por isso não causam problemas. Nos EUA vem causando prejuízo de milhões de dólares por ano com remoção da incrustação e controle.

Podem causar: mudança no ecossistema, alteração no habitat, predação, competição, modificação nas comunidades bentônicas naturais, modificação do regime de nutrientes, saúde humana e bioacumulação.



- Octenóforo (*Mnemiopsis leidyi*)

Figura 3: *Mnemiopsis leidyi*



Fonte: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/tour/plancton-marinho/>

No início dos anos 80 foi acidentalmente introduzido, via água de lastro de navios no Mar Negro onde teve um efeito catastrófico em todo o ecossistema. Hoje em dia, a espécie está estabelecida e ocorre em grandes densidades. A população de ctenóforos nativa foi extinta do local e a pescaria de anchovas e espadas na região decresceu vertiginosamente.

Figura 4: Caranguejo *Carcinus maenas*



Fonte: <http://www.ua.pt/PageText.aspx?id=9833>

Originária da Europa e norte da África foi introduzida nos EUA, Austrália, partes da América do Sul e África do Sul. Conhecido por Caranguejo Verde Europeu é um voraz alimentar generalista e provocou o declínio de outras espécies de caranguejos e moluscos onde se instalou. Está na lista das 100 piores espécies invasoras.

### 3 ESTUDO DE CASOS: MEXILHÃO DOURADO

Para identificar uma espécie alienígena muitos fatores são levados em conta, pois é difícil diferenciar se aquele ser era natural daquela região ou não. Por isso para a identificação de tais espécies é necessário conhecimento das espécies nativas e suas distribuições geográficas. Outro ponto de extrema relevância é o período que atribuímos à entrada de uma espécie no ecossistema que não afetem a harmonia de cada biosistema.

Neste sentido, foi feita uma mobilização mundial para o cadastramento das espécies exóticas em um banco de dados global. O *Invasive Species Specialist Group* (ISSG), protagonizado pela União Internacional para Conservação da Natureza. A iniciativa tem o objetivo de aumentar as informações sobre as espécies invasoras e facilitar medidas de prevenção e gerenciamento das atividades de forma mais eficaz. O ISSG possui um banco de dados sobre as 100 piores espécies invasoras. Abaixo relacionamos espécies marítimas invasoras que foram introduzidas por água de lastro e sedimentos e incrustações em cascos de navios e plataformas.

#### 3.1 *Limnoperna fortunei* - Mexilhão dourado

Origem: China

Destino: Rio da Prata, Argentina, Uruguai e Brasil

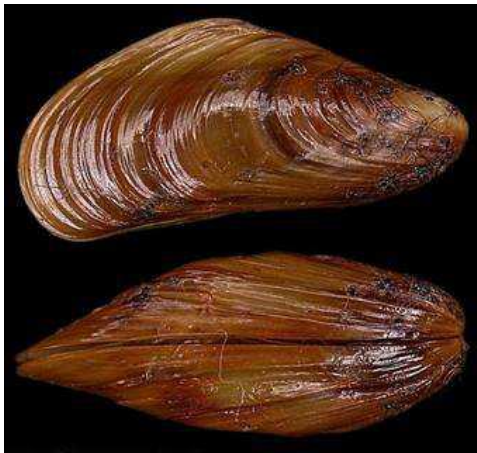
Responsável pela invasão e espécie exótica invasora, causada pela água de lastro, mais famosa no Brasil referem-se ao Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*), um molusco, que vive normalmente em água doce e possui conchas de coloração marrom-escuro e amarelo. Foi detectado pela primeira vez na América do Sul no Rio da Prata, Buenos Aires, que, segundo o IBAMA, chegou à Argentina, sendo transportado, acidentalmente, pela água de lastro de um navio cargueiro. Chegou ao Brasil, posteriormente, em 1998 e já infestou rios, lagos e reservatórios da Região Sul e do Pantanal e começa a ser detectado em São Paulo. Mata por sufocamento moluscos nativos e altera também a composição do plâncton, a cadeia alimentar aquática, provocando uma bioacumulação de cianotoxinas e impactos nos peixes e seus outros predadores. Modifica dessa maneira, as rotinas de pesca de populações tradicionais. Na Bacia do Prata, local de introdução da espécie, a densidade chega a 180.000 de indivíduos por metro quadrado. Sua invasão altera rapidamente as comunidades bentônicas, favorecendo a fixação de outras espécies invasoras.

A presença do mexilhão dourado aumenta a corrosão de encanamentos pela proliferação de fungos e bactérias. Assim como obstrui tubulações de captação de água, de filtros e sistemas

de resfriamento em indústrias e usinas hidrelétricas, sistemas de drenagem e acarreta danos aos motores de embarcações. No caso brasileiro o molusco entupiu os filtros protetores das companhias de abastecimento de água potável, exigindo manutenções mais frequentes que impediram o funcionamento normal das turbinas da Usina de Itaipu, com custos de quase US\$ 1 milhão a cada dia de paralisação desnecessária do sistema. Por entupir filtros, o sistema de refrigeração de pequenas embarcações, fundindo motores.

Além disso, os mexilhões dourados são filtradores, ou seja, absorvem tudo o que há de bom na água e excretam de volta, o que ela apresenta de ruim, diminuindo significativamente a quantidade de comida para os outros indivíduos e aumentando a concentração de substâncias maléficas na água.

Figura 5: Mexilhão Dourado



Fonte: FURNAS, 2011.

Figura 6: Filtros obstruídos pelo molusco



Fonte: FURNAS, 2011.

Para diminuir os problemas provocados por estes moluscos, em 2004, criou-se um Plano de Ação Emergencial para o Controle do Mexilhão Dourado nas águas jurisdicionais Brasileiras.

Esse plano reúne dezenove órgãos do poder público, diversas empresas da área privada e organizações civis, que criaram uma Força-Tarefa Nacional coordenada pelo Ministério do meio Ambiente. Ele objetiva avaliar os impactos ecológicos e econômicos causados pela introdução do mexilhão dourado no Brasil e propor ações para minimizar a dispersão destas espécies pelo território nacional. Tal programa possui grande importância, porque como vimos, os impactos de tal problema são enumeráveis, tanto economicamente quanto ambientalmente e até socialmente por afetar as famílias ribeirinhas que dependem do sustento da pesca.

Outro programa que o Brasil participa de âmbito global intitulado “Programa Global de Gerenciamento de água de lastro” (GLOBALLAST), criado pela Organização Marítima Internacional (IMO), no qual o foco é o manejo adequado da água de lastro para evitar introdução de espécies exóticas na costa brasileira, assim como em águas interiores, sendo o mexilhão-dourado um excelente exemplo do alcance das invasões de espécies exóticas trazidas, por ocasião, do traslado da água de lastro.

A seguir, um histórico sobre as ocorrências desse invasor, com mapa ilustrativo.

- 1991- Buenos Aires- Argentina
- 1996- Foz do rio Paraguai
- 1998- Pantanal Mato-grossense
- 2001- Itaipu Binacional- Brasil/ Paraguai
- 2003-UHE Sérgio Motta, rio Paraná
- 2004-Rio Tietê- SP
- 2005-UHE Salto, rio Uruguai

Figura 7: Mapa de distribuição do mexilhão-dourado na América do Sul – trechos do rio em destaque de cor marrom



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABKcwAH/monografia-poluicao-marinha-atraves-agua-lastro-curso-direito-26-01-2010?part=3>

Dentre os prejuízos causados pelo mexilhão-dourado, destacamos:

- a) Destruição da vegetação aquática;
- b) Ocupação do espaço e disputa por alimento com os moluscos nativos;
- c) Prejuízos à pesca, já que a diminuição dos moluscos nativos diminui o alimento dos peixes;
- d) Entupimento de canos e dutos de água, esgoto e irrigação;
- e) Entupimento de sistemas de tomada de água para geração de energia elétrica, causando interrupções frequentes para limpeza e encarecendo a produção;
- f) Prejuízos à navegação, com o comprometimento de bóias e trapiches e de motores e estruturas das embarcações.

## 4 LEGISLAÇÃO

### 4.1 Atuação do Brasil (NORMAM-20)

A NORMAM 20 estabelece que todos os navios devem fazer troca oceânicas antes de entrar em qualquer porto brasileiro, este procedimento deve ser informado à ANVISA e à Capitania dos Portos.

O relatório de troca de água de lastro e sedimentos deve ser enviados 24 horas antes do navio chegar ao porto para as autoridades. Entretanto, embarcações do tipo supply boat, barcos de pequeno porte, navios de guerra e navios com lastro segregados são excluídos desta regulamentação. Além disso, o navio deverá ter a bordo, por um período de pelo menos dois anos, um exemplar desse relatório para atender à Inspeção Naval.

Para operações na região amazônica a NORMAM 20 estabelece parâmetros diferenciados tais como:

- a) Navios oriundos de viagens internacionais devem fazer duas trocas de água de lastro. Isto por causa das de trechos do ecossistema bem frágil, e também de regiões aonde tem deságue dos rios no mar, que pode gerar uma similaridade ambiental muito grande nestas regiões. A primeira troca deve ser realizada nos padrões IMO, a segunda deve ser realizada em Macapá, em que recicla a água dos tanques apenas uma vez.
- b) Enviar uma cópia do relatório para a Delegacia da Capitania dos Portos em Santana, independentemente do seu destino naquela região.

Os navios, que entram pelo Rio Pará, devem fazer a troca a 70 milhas da costa, entre Salinópolis e a Ilha do Mosqueiro.

O Plano de Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos deve ser utilizado por navios nacionais ou internacionais que utilizam a água como lastro. Esse plano deve ser incluir:

- a) Uma documentação operacional do navio, devendo, ainda, ser específico para cada navio.
- b) Conter os procedimentos detalhados de segurança para o navio e tripulação associados ao gerenciamento da Água de Lastro e sedimentos.
- c) Uma descrição detalhada das ações a serem empreendidas para implementar o gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos.
- d) Indicar os pontos onde a coleta de amostras da Água de Lastro e Sedimentos.
- e) Um oficial a bordo responsável por assegurar que o Plano seja corretamente implementado,
- f) Ser escrito no idioma de trabalho do navio, se o idioma usado não for inglês, francês ou espanhol, uma tradução para um destes idiomas deverá ser incluída. Navios brasileiros que

operam somente em águas jurisdicionais brasileiras devem dispor de um Plano de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos redigido em português. Caso esses navios passem a operar também na navegação de longo curso.

Para navios brasileiros e afretados em Autorização de Inscrição Temporária (AIT), os Planos de Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos devem ser aprovados pela Sociedade Classificadora credenciada pela DPC, enquanto que os navios de outras bandeiras os seus planos deverão ser aprovados pela Administração do País de Bandeira ou pela Sociedade Classificadora. Os navios que fazem escala em portos ou terminais brasileiros estão sujeitos à Inspeção Naval para verificar se estão em conformidade com esta Norma.

Para realizar a operação da troca da Água de Lastro e Sedimentos alguns aspectos importantes devem ser considerados tais como a segurança e condições meteorológicas favoráveis para realizar as seguintes medidas:

- a) A realização da troca da Água de Lastro deve ser feita a uma distância de pelo menos 200 milhas náuticas da terra mais próxima com uma profundidade de pelo menos 200 metros. Os métodos aceitam podem ser: Sequencial, Fluxo Contínuo e Diluição.
- b) Caso o item anterior não seja cumprido, a troca deverá ser feita o mais distante da terra mais próxima com uma distância de pelo menos 50 milhas náuticas e com uma profundidade de pelo menos 200 metros.
- c) Não exige do navio que desvie do seu plano de viagem ou retarde a viagem para cumprir os itens anteriores, apenas o navio se justifica.
- d) Não exige que o navio realize os cumprimentos dos dois primeiros itens caso o comandante de forma sensata que tal operação colocaria em risco 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.
- e) Caso o navio utilize o método do Fluxo Contínuo ou de Diluição para a troca da Água de Lastro e Sedimentos, deverá bombear, no mínimo, três vezes o volume do tanque.
- f) Ao ser feito a troca da Água de Lastro e Sedimentos deve ser feita com uma eficiência de pelo menos 95% de troca volumétrica da Água de Lastro e Sedimentos.
- g) Somente os tanques/porões que tiverem sua água trocada poderão ser deslastrados.
- h) Navios que não realizarem deslastro deverão, da mesma forma, apresentar o Formulário sobre Água de Lastro.
- i) Agente da Autoridade Marítima deve possuir informações dos órgãos ambientais, de saúde pública, ou ainda, de universidades e instituições de pesquisa, afim de comunicar às agências marítimas sobre áreas de sua jurisdição, onde os navios não deverão captar Água

de Lastro devido a condições conhecidas tais como: área ou áreas conhecidas por conter eventos de florações, infestações ou populações de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. Desde que possível o Agente da Autoridade Marítima deverá informar a localização de qualquer área ou áreas alternativas para a captação ou descarga de Água de Lastro e Sedimentos, bem como as áreas de dragagens. Tais informações, deverão estar em um Plano de Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos portos.

- j) É proibido a descarga de Água de Lastro e Sedimentos nas Áreas Ecologicamente Sensíveis (áreas aonde há pouca renovação das águas com correntes fracas, um bom exemplo seria bacias e enseadas) 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.
- k) Nenhum navio não está isento de realizar a troca da água de lastro e sedimentos quando não for possível devido a sua derrota, o mesmo deverá executar em um trecho de maior profundidade.
- l) Os sedimentos da Água de Lastro e sedimentos só poderão ser descarregados no mar, nas mesmas condições estabelecidas para a troca da Água de Lastro e Sedimentos, especificadas nos dois primeiros itens, ou em instalações ou serviços de recepção desses sedimentos quando disponíveis nos portos e terminais.

#### **4.2 Programa GLOBALLAST - Programa de gerenciamento de Água de Lastro**

O *GLOBALLAST* tem por objetivo apoiar países em desenvolvimento no trato do problema de água de lastro, com a finalidade de sensibilizar os Governos dos Países-Membros em relação aos impactos negativos causados pela introdução de espécies exóticas marinhas por água de lastro de navios em diferentes ecossistemas.

Os recursos para a execução do *GLOBALLAST* provêm do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF), repassados por intermédio do Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD). Além disso, visava acelerar a adesão dos países às novas normas da IMO.

O projeto, denominado originalmente Remoção de Barreiras para a Implementação Efetiva do Controle da Água de Lastro e Medidas de Gerenciamento em Países em Desenvolvimento, visa reduzir a transferência de espécies marinhas não nativas indesejáveis, que têm como vetor a água de lastro dos navios. Tem como propósito ajudar os países em desenvolvimento a implementar as medidas de caráter voluntário previstas na Resolução A.868



(20) - 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 essa já traduzida e distribuída pela Diretoria de Portos e Costas (DPC) à Comunidade Marítima e Capitânicas dos Portos.

Além disso, o *GLOBALLAST* pretende preparar os países antecipadamente para a implementação de instrumento legal de âmbito internacional, atualmente em desenvolvimento pelos Estados Membros da IMO, que regulamentará o gerenciamento da água de lastro.

Figura 8 – Mapa das regiões em que o programa



Fonte: <http://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/111-agua-de-lastro>.

### 4.3 Convenção Internacional de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos de Navios

A IMO, em 13 de fevereiro de 2004 aprovou a Convenção Internacional de Gestão de Água de Lastro e Sedimentos. A Convenção já foi assinada por vários países, e entrou em vigor em 8 de setembro de 2017.

O propósito desta regra é prevenir, minimizar e, por fim, eliminar os riscos da introdução de organismos aquáticos exóticos invasores e agentes patogênicos que possam ser transportados na água de lastro dos navios que entram nos portos.

Apesar de ter sido adotada internacionalmente em 13 de fevereiro de 2004, a própria convenção estabeleceu que somente passaria a vigorar 12 meses após a adesão de, pelo menos, 30 países cujas frotas mercantes combinadas constituíssem 35% ou mais da arqueação bruta da

frota mercante mundial. A adesão da Finlândia, em setembro de 2016, fez com que esses números fossem atingidos.

Iremos ressaltar algumas regras importantes da Convenção:

#### 4.3.1 Plano de Gerenciamento de Água de Lastro (Regra B-1)

Segundo a Regra B-1 da Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, 2004: “cada navio deverá ter a bordo e implementar um plano de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos.

Tal plano deverá ser aprovado pela Administração levando-se em conta as Diretrizes desenvolvidas pela Organização”. O plano de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos será específico a cada navio e deverá pelo menos:

- a) Detalhar procedimentos de segurança para o navio e tripulação associados ao Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos, conforme prescrito por esta Convenção;
- b) Fornecer uma descrição detalhada das ações a serem empreendidas para implementar as prescrições de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos e práticas complementares de Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos, conforme estipuladas nesta Convenção;
- c) Detalhar os procedimentos para a destinação de Sedimentos no mar e em terra;
- d) Incluir os procedimentos para coordenação do Gerenciamento de Água de Lastro e sedimentos a bordo que envolva descarga no mar com as autoridades do Estado em cujas águas tal descarga ocorrerá;
- e) Designar o oficial de bordo responsável por assegurar que o plano seja corretamente implementado;
- f) Conter as prescrições de relatórios para navios estipuladas nesta Convenção; e
- g) Ser escrito no idioma de trabalho do navio. Se o idioma usado não for inglês, francês ou espanhol, uma tradução para um destes idiomas deverá ser incluída.

#### 4.3.2 Livro de Registro de Água de Lastro (Regra B-2)

Segundo a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, 2004: “Cada navio deverá ter a bordo um Livro Registro da Água de Lastro que poderá ser um sistema de registro eletrônico ou poderá ser integrado a outro livro ou sistema de registros...”.

Todas as operações de lastro e de deslastro devem ser registradas no Livro Registro da Água de Lastro e Sedimentos. Posteriormente esses dados são registrados no Formulário para Informações de Água de Lastro e Sedimentos (Ballast Water Report Form), que deve ser entregue ao representante da ANVISA e/ou DPC quando da chegada do navio no porto ou terminal nacional ou ao representante responsável em outros países (para que seja emitido ao navio o documento de Livre Prática). Pela Resolução A828(20) da IMO o uso desse livro não é mandatório, e passa a ser com o advento da nova Convenção Internacional sobre Água de Lastro aprovada em fevereiro de 2004.

#### 4.3.3 Regra D-2 Norma de Desempenho de Água de Lastro

1 Os navios que realizam Gerenciamento de Água de Lastro em conformidade com esta regra deverão descarregar menos de 10 organismos viáveis por metro cúbico com dimensão mínima igual ou maior que 50 micrômetros e menos de 10 organismos viáveis por mililitro com dimensão mínima menor que 50 micrômetros e com dimensão mínima igual ou maior que 10 micrômetros. A descarga dos micróbios indicadores não deverá exceder as concentrações específicas descritas no parágrafo 2º.

2 Os micróbios indicadores, como norma de saúde pública, deverão incluir:

- .1 *Vibrio cholerae* toxicogênico (O1 e O139) com menos de 1 unidade formadora de colônia (UFC) por 100 mililitros ou menos de 1 UFC por 1 grama (peso úmido) de amostras de zooplâncton;
- .2 *Escherichia Coli* com menos de 250 UFC por 100 mililitros;
- .3 Enterococci Intestinal com menos de 100 UFC por 100 mililitros.

Mediante a aplicação dessa regra, os navios enquadrados na Convenção deverão instalar um Sistema de Tratamento de Água de Lastro para atender a Norma de Desempenho de Água de Lastro.

Para os navios novos, ou seja, aqueles que tiveram quilha batida a partir de 08 de setembro de 2017, o cumprimento da regra D-2 dar-se-á a partir da entrada em operação do navio. Com essa decisão, espera-se que todos os navios até o ano de 2024 estejam cumprindo a regra D-2.

## **5 MÉTODOS DE GESTÃO E TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO NOS NAVIOS**

### **5.1 Troca de lastro em alto mar**

Considerado o método mais efetivo na prevenção de introduções biológicas, consiste na troca do lastro dos navios a uma profundidade superior a 500 metros. Entretanto, dependendo do tipo de navio, das condições do tempo e da carga carregada, esta atividade pode não ser segura.

### **5.2 Método Sequencial**

Este método consiste em troca de todo conteúdo do tanque de lastro através de uma renovação da água realizando a chamada troca oceânica. Cuidados com a estabilidade do navio e esforços estruturais devem ser observados rigorosamente observados, pois este método só pode ser aplicado a pelo menos 200 milhas da costa em águas com pelo menos 200 metros de profundidade (NORMAN 20, 2005), ou seja, o navio estará sujeito aos perigos do mar. Para a utilização desse método existe a necessidade estrutural de bombas com alta capacidade de vazão e troca, sempre com bombas reservas caso alguma bomba falhe.

### **5.3 Método de Transbordamento**

Comparado com o método sequencial, este não possui tantos cuidados e restrições de segurança a serem observados. Consiste no trasbordamento da água costeira que estava no navio pelo convés (na parte superior dos tanques de lastro) com a entrada simultânea de água oceânica preenchendo os tanques de lastro. Os inconvenientes desse método são: os tripulantes são expostos ao risco de doenças por entrarem em contato com a água costeira que possivelmente podia estar contaminada; não é tão eficaz visto que os organismos que se assentaram no fundo, por exemplo, não serão removidos. Outro inconveniente é que os tanques serão expostos a pressões excessivas certamente abalam sua estrutura. A facilidade desse método é que é fácil execução, pois os tanques não sofreram, teoricamente, variação de volume.

### **5.4 Método de fluxo contínuo**

O princípio de funcionamento é bem semelhante ao Método de Transbordamento, os tanques serão simultaneamente cheios e esgotados, porém serão enchidos com um volume de água limpa três vezes maior. Os inconvenientes também são semelhantes ao do método anterior.

### **5.5 Método de Diluição**

Método que foi desenvolvido por engenheiros da Petrobrás e hoje já é reconhecido pela IMO, consiste em efetuar o carregamento da água de lastro (lastreamento) a partir do topo do tanque e, simultaneamente, a descarga dessa água (deslastreamento) no fundo do tanque, à mesma vazão, de tal forma que o nível de água no tanque de lastro seja controlado para ser mantido constante. Dessa forma, a remoção dos sedimentos do fundo dos tanques é facilitada e o navio pode manter sua condição de carregamento de lastro normalmente durante toda a viagem, inclusive durante a troca da água. Esse método torna-se mais eficaz que o método de transbordamento e mais viável de ser aplicado que o sequencial, pois como o nível dos tanques é mantido inalterado problemas com estabilidade são evitados, e a tripulação no navio não é exposta a risco de contaminação por água no convés. É simples e econômico e pode ser usado em concordância com os outros métodos de tratamento

### **5.6 Filtração**

Este método não representa uma solução definitiva para o tratamento da água de lastro pois não realiza a remoção de organismos pequenos (bactérias e vírus). Pode apresentar inconveniente quanto a disponibilidade de espaço para os equipamentos. Conforme sua utilização depósitos de matéria orgânica acumularão nos filtros impedindo também a passagem rápida do líquido, devido a isso, atualmente os filtros contam com sistemas automáticos de “back-flush”, um tipo de limpeza automática. Quanto a segurança, nenhum problema com a estabilidade acontece pois a passagem de líquido é contínua e os tanques não sofreram variação de volume.

### **5.7 Método de aquecimento**

O aquecimento da água dos tanques de lastro é uma boa solução para a remoção de organismos indesejáveis sem a liberação de substâncias tóxicas, porém ainda não existe certeza da temperatura ideal (aquela que seja capaz de deteriorar os microrganismos em todas as suas etapas embriológicas) É necessário, porém, a queima de combustível para aquecer as grandes quantidades de água de lastro, não sendo considerado uma boa solução ambiental.

### **5.8 Desoxigenação**

A falta de oxigênio causa a morte de vários grupos de animais, como peixes, larvas de invertebrados e bactérias aeróbicas, mas não é considerado eficaz no tratamento de dinoflagelados, cistos, bactérias anaeróbicas e vários organismos bentônicos. Sendo assim, é

uma boa forma de tratamento desde que os níveis de oxigênio sejam mantidos corretos para não favorecer a corrosão.

### **5.9 Tratamento Químico – Biocidas**

Biocidas (Oxidantes e não oxidantes) são desinfetantes que foram testados para potencialmente remover organismos invasores da água de lastro. Os biocidas removem ou inativam organismos marinhos na água de lastro. No entanto, deve-se notar que os biocidas utilizados para fins de desinfecção da água de lastro devem ser eficazes em organismos marinhos e também facilmente degradáveis ou removíveis para evitar que a água da descarga se torne tóxica na natureza.

### **5.10 Luz Ultra Violeta**

O método de tratamento de água de lastro ultravioleta consiste em lâmpadas UV (ultra violeta) que rodeiam uma câmara através da qual a água de lastro é permitida passar. As lâmpadas UV (lâmpadas de amálgama) produzem raios ultravioletas que atuam no DNA dos organismos e os tornam inofensivos e impedem sua reprodução. Este método tem sido usado globalmente com sucesso para fins de filtração de água e é eficaz contra uma ampla gama de organismos.

### **5.11 Pulso Elétrico / Plasma**

O pulso elétrico / plasma para tratamento de água de lastro ainda está em fase de desenvolvimento. Neste sistema, curtos surtos de energia são usados para matar os organismos na água de lastro.

Na tecnologia de campo elétrico de pulso, dois eletrodos de metal são usados para produzir pulso de energia na água de lastro com densidade e pressão de potência muito altas. Essa energia mata os organismos na água.

Na tecnologia de plasma elétrico, o pulso de alta energia é fornecido a um mecanismo colocado na água de lastro, gerando um arco de plasma e, assim, matando os organismos.

Ambos os métodos têm quase o mesmo efeito nos organismos.

### **5.12 Cavitação ou Tratamento Ultrassônico**

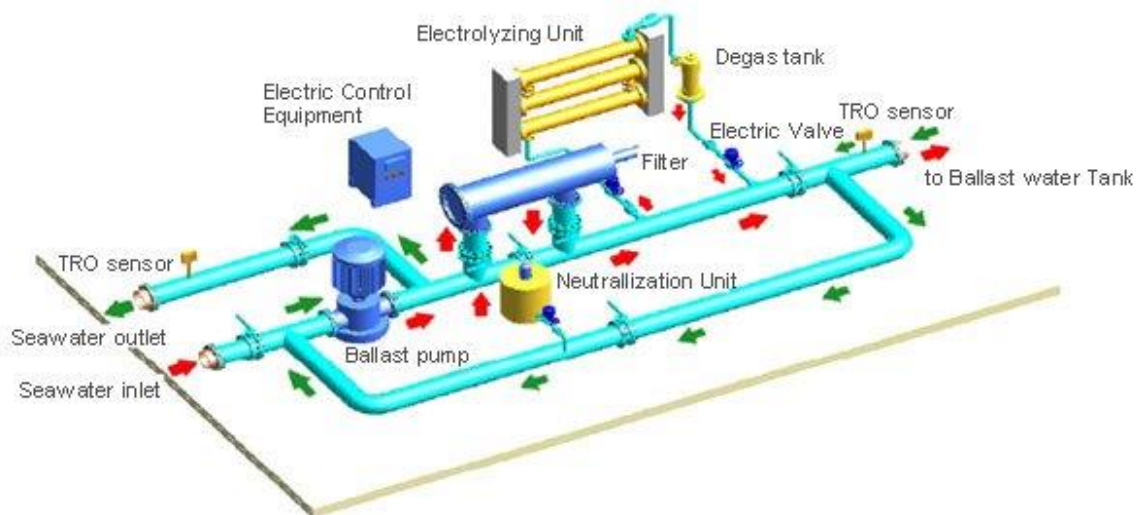
Energia ultra-sônica é usada para produzir ultra-som de alta energia para matar as células dos organismos na água de lastro. Tais técnicas de cavitação de água de lastro de alta pressão são geralmente usadas em combinação com outros sistemas.

### 5.13 Sistema de Tratamento Típico Utilizado em Embarcações

A maioria do sistema de tratamento de água de lastro usa 2-3 métodos desinfetantes juntos, divididos em diferentes estágios. Uma planta geral de tratamento de água de lastro compreende dois estágios com um estágio usando separação física enquanto o segundo estágio empregando alguma tecnologia de desinfetante. A escolha do sistema de tratamento utilizado em combinação depende de vários fatores, como o tipo de navio, o espaço disponível no navio e as limitações de custo.

Um sistema típico utilizado nas embarcações parece como esse:

Figura 9: Planta de Tratamento da Água de Lastro



Fonte: <https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto nos estudos abordados, o mau gerenciamento e ou tratamento da água de lastro pode causar severos impactos ambientais. Desequilíbrio ecológico, extermínio de espécies, doenças, impactos econômicos são alguns exemplos.

Em face a toda problemática causada, diversas medidas de gerenciamento, controle e tratamento foram tomadas. Conforme citado nessa pesquisa, o programa Globallast foi desenvolvido para apoiar países em desenvolvimento no tratamento da água de lastro. Posteriormente, a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios que entrou em vigor em 08 de setembro de 2017 adotando medidas mais eficientes e diversificadas, como sistemas de tratamento da água de lastro e aqui no Brasil a NORMAM-20. Todas essas medidas têm como objetivo a saudável utilização da água de lastro e implementação de padrões obrigatórios para a operação dos navios.

Porém, é necessário que medidas de fiscalização sejam mais eficientes e rigorosas a fim de que se garanta o cumprimento da legislação em vigor. Apesar de toda a atenção que se vem tomando sobre o assunto, ainda podemos observar diversos casos de manuseio incorreto da água de lastro. Novos métodos de tratamento da água de lastro foram criados, entretanto, sua utilização e conhecimento de funcionamento e operação ainda deixam muito a desejar.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. **Interface Porto Navio e o Meio Ambiente**. Informativo Marítimo. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br/InformativoMaritimo/julset02/Com Maritima/interface.htm>.
- BARBOSA, Thaís. Artigo. **Transporte. Água de Lastro: Ameaça à Biodiversidade**. Disponível em: <http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=1760>.
- DPC. **Norma da Autoridade Marítima para o gerenciamento da água da lastro de navios (NORMAN-20)**. Rio de Janeiro, DPC, 2005.
- DPC. **Entrada em vigor da Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro**. Disponível em: [www.dpc.mar.mil.br/pt-br/comunicacao-social/entrada-em-vigor-da-convencao-internacional-para-o-controle-e-gerenciamento-da-agua-de-lastro](http://www.dpc.mar.mil.br/pt-br/comunicacao-social/entrada-em-vigor-da-convencao-internacional-para-o-controle-e-gerenciamento-da-agua-de-lastro)
- FURNAS. **Mexilhão dourado**. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/arcs/pdf/omexilhaodourado.pdf>.
- GLOBALLAST. **Tratamento de tecnologia**. Disponível em: <[http://GLOBALLAST.imo.org/index.asp?page=ballastw\\_treatm.htm&menu=true](http://GLOBALLAST.imo.org/index.asp?page=ballastw_treatm.htm&menu=true)>.
- IMO. **Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios**. Disponível em: <[www.imo.org.br](http://www.imo.org.br)>.
- Marineinsight. **How ballast water treatment system works**. Disponível em [www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/](http://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/)
- ISSG. **Espécies invasoras**. Disponível em [www.issg.org/database/welcome/](http://www.issg.org/database/welcome/).
- OLIVEIRA, Cavalcante Uirá. **Gerenciamento de Água de Lastro nos Portos**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO, 2008. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/palestras/UiraCavalcanteOliveiraCBO08Fortaleza.pdf>.