

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS**

**KLEBER COSTA DE FREITAS**

**OS NOVOS EQUIPAMENTOS PARA EVITAR O IMPACTO DA ÁGUA DE  
LASTRO NO MEIO AMBIENTE**

**RIO DE JANEIRO**

**2015**

**KLEBER COSTA DE FREITAS**

**OS NOVOS EQUIPAMENTOS PARA EVITAR O IMPACTO DA ÁGUA DE  
LASTRO NO MEIO AMBIENTE**

Monografia apresentado ao programa do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como requisito para a obtenção da certificação STCW III/2.

Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto

RIO DE JANEIRO

2015

**KLEBER COSTA DE FREITAS**

**OS NOVOS EQUIPAMENTOS PARA EVITAR O IMPACTO DA ÁGUA DE  
LASTRO NO MEIO AMBIENTE**

Monografia apresentado ao programa do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como requisito para a obtenção da certificação STCW III/2.

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: MSc. Eng. Paulo Roberto Batista Pinto

---

Assinatura do orientador

RIO DE JANEIRO

2015

*“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”*

***Albert Einstein***

Dedico este trabalho a Deus, força maior em minha vida. A minha família pela compreensão, carinho e pelas orações.

## RESUMO

Esta monografia consiste no estudo de viabilidade dos novos equipamentos fins evitarem o impacto ambiental devido a bioinvasão gerada através da água de lastro dos navios em diversas regiões portuárias no Brasil e no mundo. Desta forma verificamos como a utilização de equipamentos específicos, fins de que possa obter um menor índice de impacto ambiental gerado pelas operações portuárias.

Sabendo que as condições ambientais do local de descarga de água de lastro podem levar os organismos aquáticos a colonizar este ambiente, gerando uma bioinvasão de espécies não originárias da região, portanto, alterando a composição das espécies nativas, trazendo declínio nas atividades de pesca realizadas na região e podendo também causar surtos de doenças ocasionadas por bactérias desenvolvidas por causa da água de lastro. A implementação de uma política cada dia mais abrangente e focada no meio ambiente, tornando assim estudos de novos métodos e o desenvolvimento de novos equipamentos eficientes capaz de trazer solução à cerca do tratamento da água de lastro, se adequando as políticas internacionais de saúde, segurança e meio ambiente o qual se mostra uma necessidade atual e futura.

**Palavras chaves:** Impacto ambiental, bioinvasão, operações portuárias, água de lastro e saúde.

## ABSTRACT

This monograph is the feasibility study of the new purpose equipment avoid the environmental impact due to bioinvasion generated through the ballast water of ships in various port regions in Brazil and worldwide. Thus we see how the use of specific equipment, ensuring mode, a lower environmental impact index generated by port operations. Knowing that the environmental conditions of the site of ballast water discharge may cause aquatic organisms to colonize this environment, generating *an invasion* of non-originating species of the region, thus changing the composition of native species, bringing the decline in fishing activities in region and can also cause disease outbreaks caused by bacteria build upon ballast water. The implementation of a policy increasingly widespread day and focused on the environment, thus making studies of new methods and the development of new efficient equipment able to bring solution to about the treatment of ballast water, fitting the new trends of international policy health, safety and the environment.

## **LISTA DE SIGLAS**

**IMO**- Organização Marítima Mundial

**MARPOL**- Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios

**ANVISA**- Agência Nacional de Vigilância Sanitária



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1- Definição de água de lastro.....	11
2- Doenças e perigos ambientais relacionados a água de lastro.....	14
3- Atuação da IMO no tratamento do problema.....	16
4- O programa GLOBALLAST.....	19
5- Atuação dos governos.....	21
6- Resolução A868.....	25
7- Sistemas de tratamento aprovados pela IMO.....	31
8- Comparação dos equipamentos homologados.....	38
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	42

## INTRODUÇÃO

A introdução de espécies exóticas ou invasoras é apontada como a quarta grande ameaça aos oceanos do mundo, junto com as fontes terrestres de contaminação, sobreexploração dos recursos marinhos e a alteração física ou destruição dos habitats marinhos. A partir da segunda metade do século XX, as práticas comerciais, em função das novas tecnologias empregadas nos meios marítimos, intensificaram-se em tamanha singradura que a poluição dos mares cresceu significativamente, provocando a preocupação mundial em torno do tema. No entanto, diferentemente de algumas formas de poluição geradas por navios, o problema da transferência de espécies exóticas e/ou patogênicas decorre de uma atividade inerente à sua própria operação.

A entrada de espécies exóticas em um dado corpo hídrico pode ser acidental ou intencional, mas quase sempre está vinculada a atividades de interesse socioeconômico, tais como o transporte marítimo e fluvial e, conseqüentemente, a utilização de água como lastro para navios, a construção de canais de navegação, a bioincrustação em estruturas navais e em rejeitos sólidos flutuantes.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os principais tópicos relacionados à água de lastro de navios e a sua interligação com a introdução de espécies exóticas nos ecossistemas aquáticos. Serão apresentados também alguns exemplos de espécies já registradas como invasoras e suas conseqüências para o ecossistema, os esforços realizados pela IMO bem como os aspectos legais relacionados ao tema no Brasil e mundo.

## 1- DEFINIÇÃO DE ÁGUA DE LASTRO

De acordo com a definição da ANTAQ (Agência Nacional dos Transportes Aquaviários), “O uso da água de lastro faz parte dos procedimentos operacionais usuais do transporte aquaviário moderno, sendo fundamental para a sua segurança. Através da sua utilização planejada, é possível controlar o calado e a estabilidade do navio, de forma a manter as tensões estruturais do casco dentro de limites seguros. A água de lastro é utilizada pelos navios para compensar a perda de peso decorrente sobretudo do desembarque de cargas. Dessa forma, sua captação e descarte ocorrem principalmente em áreas portuárias, permitindo a realização das operações de desembarque e embarque de cargas nos navios. Os navios que transportam os maiores volumes de água de lastro são os navios tanques e os graneleiros. ” Normalmente, a captura da água de lastro acontece durante o descarregamento do navio atracado no cais, nessa região a profundidade não costuma ser tão grande quanto no meio do oceano, portanto como a pressão das bombas é muito forte, é normal que o navio capture junto com a água o sedimento em suspensão e do fundo do local.

Durante a viagem do navio, esse sedimento em suspensão na água tende a se depositar no fundo do tanque, devido à diferença de densidade entre a água e o sedimento. Como o navio realiza inúmeras viagens, o sedimento vai se depositando no fundo dos tanques de até o momento da limpeza, que dura, em média, 5 anos para acontecer período para realizar a docagem da embarcação. Como muitas espécies sobrevivem junto aos sedimentos contidos no fundo dos tanques de lastro, existe um risco potencial de elas invadirem o meio ambiente através do sedimento.

Por esta razão, os navios passaram ser um elemento altamente poluidor. Dentre os principais impactos causados pelas fontes de emissões originadas dos navios, a poluição marinha é a que causa maior impacto. De acordo com Convenção das Nações Unidas Sobre o Direito do Mar de 1982, a poluição marinha consiste na introdução pelo homem, direta ou indiretamente, intencional ou não, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, além de alteração da qualidade da água do mar no que se refere à sua deterioração como local de recreio (MARTINS, 2005).

Basicamente, todas as fontes de emissões dos navios podem ser controladas em

função de diretrizes e procedimentos impostos por entidades internacionais responsáveis pelo controle dessas emissões, como a Organização Marítima Internacional - IMO. Entretanto, observou-se que duas delas apresentam dificuldades em serem contidas: incrustação e água de lastro. Os danos principais que estas fontes de poluição marinha podem causar ao meio ambiente decorrem da propagação de espécies exóticas, doenças e moléstias de um local para outro. A incrustação ocorre devido à fixação de várias espécies exóticas no casco da embarcação, vulgarmente conhecidas como “cracas”, que formam verdadeiros recifes nos cascos dos navios, plataformas e estruturas flutuantes imersas na água salgada e doce (COUTTS et. al., 2003). Estes organismos, fixados nos cascos dos navios, ocasionam perdas de eficiência da embarcação em função do aumento da resistência ao avanço, causando maior consumo de combustível e propagam espécies altamente resistentes por várias partes do mundo. Contudo, atualmente, a mais notória das poluições marinhas é a da água de lastro, que é a água captada no mar, rio ou lago e armazenada dentro dos tanques de lastro dos navios (IMO, 2003).

A bioinvasão se dá quando a água de lastro captada no porto doador (porto de origem) e a água do porto receptor (porto de destino) apresentam características físico-químicas similares, como salinidade, nível de oxigênio, luz, fontes de alimento, competidores, predadores semelhantes, pois favorecem a introdução de outras espécies neste ambiente (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Estes fatores biológicos e ecológicos variam frequentemente ao longo das estações e dos anos, de tal forma que espécies, que não foram bem sucedidas num primeiro momento, mais tarde, podem se estabelecer (CARLTON, 1996). Sendo assim, é muito difícil precisar quando uma espécie poderá eclodir em um novo ambiente. Atualmente, grande parte das espécies invasoras espalhadas pelo mundo é oriunda da região Asiática (MOLNAR et al., 2008). Essas espécies permanecem nos tanques de lastro durante toda a viagem e lutam para sobreviver nas condições inóspitas. Contudo, não é simples detectar as sobreviventes dentro dos tanques. Para identificá-las é preciso coletar amostras da água de lastro. No caso do navio não possuir acesso aos tanques de lastro pelo convés, é necessário utilizar equipamentos especiais para a coleta dos microorganismos, bem como proteção (EPI's) contra a contaminação das pessoas envolvidas no processo (RUIZ et al., 1997).

O impacto que as espécies invasoras causam quando se estabelecem em um novo ambiente, ultrapassa a barreira do dano ambiental e atinge aspectos econômicos e sociais. A IMO apresenta as principais espécies invasoras do mundo, no Brasil o mais notório dos invasores é o Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) que infestou a região

sul do país, causando impactos ao meio ambiente local, além de prejuízos financeiros e sociais principalmente para as comunidades pesqueiras (MANSUR et. al, 2003). Esse invasor atingiu todas as usinas hidroelétricas dos rios Tietê e Paraná causando sérios impactos às operações das hidroelétricas nacionais. Seu impacto mais notório foi junto a Itaipu, em que foram feitos investimentos em pesquisas para inibir o impacto do mexilhão dourado (ITAIPU, 2012). Diante dessa problemática de dispersão de espécies exóticas, a Organização Marítima Internacional - IMO, tem demonstrado preocupações com o problema causado pela água de lastro. A partir de 1997, a IMO estabeleceu que os navios devessem efetuar a troca da água de lastro no oceano - “troca oceânica” - para reduzir o risco de bioinvasão (DAVID e GOLLASCH, 2008).

A troca oceânica consiste em trocar a água dos tanques de lastro captada na região portuária pela água do oceano durante a viagem do navio (MCCOLLIN et. al., 2006). Esta ação busca reduzir o risco de invasão de uma nova espécie em novo ambiente devido principalmente à diferença de salinidade, além dos fatores como pH, nutrientes e etc (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996). A troca oceânica pode ser realizada através do sequencial, fluxo contínuo que compreende o transbordamento dos tanques pelo convés e pelo método da diluição que consiste da injeção de água de lastro pelo convés principal e o despejo pelo fundo do casco (MCCOLLIN et. al., 2006; KAZUMI, 2007, MAURO et. al. 2002). Contudo, existem estudos que mostram que a eficiência desse método varia de 85% a 99% dependendo da qualidade da água captada (HINES e RUIZ, 2000; RIGBY e HALLEGRAEFF, 1994; TAYLOR e BRUCE, 2000; WONHAM et al., 1996). No Brasil, o gerenciamento da água de lastro é tratado pela NORMAM-20/2014 da Diretoria de Portos e Costas, pela Resolução ANVISA-RDC no 72/2009 e na Lei no 9.966/2000. De acordo com a legislação nacional, além de possuírem o Plano de Gerenciamento da Água de Lastro e de realizarem a troca oceânica caso haja intenção de deslastrar, os navios devem fornecer à Autoridade Marítima e à ANVISA o Formulário sobre Água de Lastro devidamente preenchido.

Para atender às resoluções da IMO existem diversas empresas desenvolvendo sistemas para tratamento de água de lastro a bordo dos navios. As técnicas aplicadas para o tratamento utilizam filtração, radiação ultravioleta, ultra-som, aquecimento, separação por hidrociclones, biocidas entre outros. Porém, apresentam eficiência limitada, ou seja, esses sistemas quando combinados apresentam eficiência média de 85% (MESBAHI,2004;KAZUMI,2007;LLOYD’SREGISTER,2007)

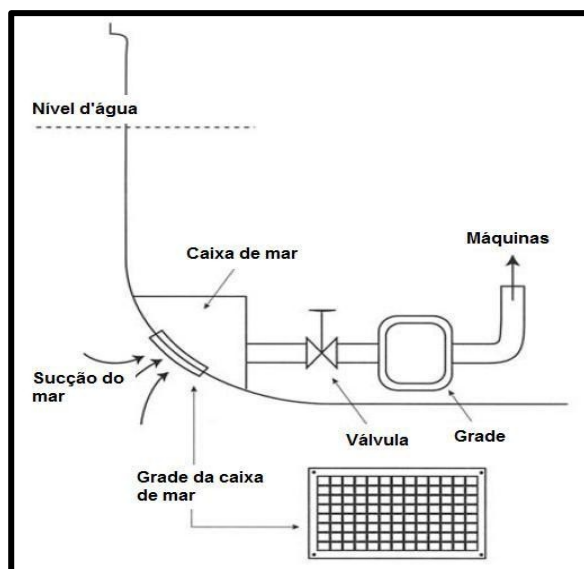


Figura 1 – Esquema do sistema captação da água de lastro do mar

Fonte: NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996)

## 2 - DOENÇAS E PERIGOS AMBIENTAIS RELACIONADOS À ÁGUA DE LASTRO

De acordo com dados da IMO, no ano de 2012 cerca de 12 bilhões de toneladas de água de lastro forma transportadas anualmente ao redor do mundo. Ainda segundo a IMO, cerca de 4,5 mil espécies são transportadas pela água de lastro pela frota mundial a qualquer momento e, a cada nove semanas, uma espécie marinha invade um novo ambiente em algum lugar do globo. Os navios mercantes, no entanto, transportam mais de 80% das commodities mundiais.

Sabe-se que portos instalados em locais onde não se tem dado o devido tratamento ao esgoto doméstico e industrial têm grande chance de ter suas águas contaminadas por vírus e bactérias.

Assim, se essa água for captada neste local e despejada em outro sem tratamento prévio, ela pode contribuir para a difusão de doenças.

No Brasil, foi demonstrado o transporte do agente da cólera através da água de lastro de navio, em um estudo pioneiro que ocorreu em 2001, constatando-se a presença de até 5,4 milhões de bactérias por litro de água de lastro de navios que atracaram no Brasil, sendo que em onze amostras, de cento e cinco amostras, foi identificado o agente da cólera.

É muito difícil garantir que o navio não esteja portando em seu interior alguma espécie patogênica; neste caso, o mais importante é ter a certeza de que o navio não vai despejar a água de lastro sem nenhum tipo de controle.

Também não é possível garantir que não havia nenhum surto, mas cabe à autoridade sanitária local informar aos comandantes dos navios sobre os riscos, bem como ter procedimentos específicos para a captação de água nestas condições.

Somente com um exame da água de lastro a bordo do navio é possível identificar se existe algum risco para o ecossistema local.

Tendo em vista os compromissos assumidos pela delegação brasileira durante a participação da 46ª reunião do Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho da IMO - MEPC, e com base no potencial impacto da introdução de microrganismos patogênicos para a espécie humana através da água de lastro, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde – ANVISA, se propôs a elaborar estratégias e programar um Estudo Exploratório sobre a qualidade sanitária da água de lastro desaguada na costa brasileira, que desse maior sustentação à posição brasileira na 47ª Reunião do MEPC e, por consequência, à Convenção IMO (minuta no anexo 3 do Doc/IMO 48/2).

A ANVISA, no ano de 2002, concluiu este Estudo Exploratório para Identificação e Caracterização de Agentes Patogênicos em Água de Lastro, sendo atingido um total de 99 coletas em 9 portos brasileiros. Os resultados confirmaram o risco inicialmente suspeito de que a água de lastro é um veiculador de organismos patogênicos que podem causar agravos à saúde pública. Os resultados parciais deste estudo foram apresentados em março de 2002, por ocasião da 47ª Reunião do MEPC.

A conclusão da ANVISA foi que “as atividades humanas, direta e/ou indiretamente estão causando primariamente, mudanças na biodiversidade dos ambientes marinhos. Por outro lado, microrganismos patogênicos presentes no esgoto doméstico, hospitalar ou industrial, quando lançados no ambiente marinho sem um tratamento adequado, podem atingir áreas de banhistas ou de cultivo de produtos marinhos que colocam em risco a população humana e animal residente na região portuária e/ou costeira”.

No ano de 2003, a ANVISA deu continuidade aos trabalhos de pesquisa em água de lastro através de alguns projetos, dentre os quais pode-se destacar:

Avaliação da eficiência da troca de água de lastro por meio de indicadores microbiológicos, com os objetivos de:

- a) Comparar a eficiência da troca de água de lastro em alto-mar, realizada pelos três métodos aprovados pela IMO: diluição, sequencial e transbordamento;
- b) Avaliar as variáveis físicas, químicas e microbiológicas mais adequadas para verificar a realização da troca, comparando as suas concentrações no porto, no oceano e nos tanques de lastro antes e após a troca;

c) Analisar o sedimento dos tanques de lastro para explicar possíveis influências na água de lastro antes e após a troca.

Outro estudo realizado ANVISA no mesmo ano, apresenta os resultados de 99 amostragens de água de lastro de navios em 9 portos brasileiros. De acordo com o resultado, *“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 35”*, donde pode-se concluir que ainda não há um total comprometimento por parte das companhias marítimas no combate à bioinvasão

A respeito dos métodos aprovados pela IMO, abordarei sobre os mesmos no transcórre deste trabalho.

### **3 - ATUAÇÃO DA IMO NO TRATAMENTO DO PROBLEMA**

A IMO tem dado importância para as implicações da introdução de espécies exóticas e organismos aquáticos oriundos de água de lastro há três décadas. Em 1973, a Resolução 18 de Pesquisa dos Efeitos da Descarga de Água de Lastro contendo Bactérias Epidêmicas passou para a IMO na Conferência Internacional de Poluição Marítima, a responsabilidade de elaborar medidas de controle, chamando a atenção mundial para o transporte de espécies patogênicas em torno do mundo nos tanques de lastros dos navios.

O primeiro esforço mundial efetivo de controlar a dispersão de espécies alienígenas ocorreu em 1982 com a Convenção das Nações Unidas que resultou na Lei do Mar - UNCLOS. A parte XII da UNCLOS impõe uma série de obrigações para os países membros relevantes para o controle de espécies invasoras alienígenas. O artigo 192 apresenta como um dos requisitos a proteção e preservação do ambiente marinho. Sugere que sejam implementadas medidas necessárias para proteger, reduzir e controlar a poluição do ambiente marinho de qualquer fonte, considerando a descarga de água de lastro pelos navios.

Em 1990, o Comitê de Proteção Ambiente Marinho (MEPC) formou um grupo de trabalho para considerar pesquisas, informações e soluções propostas por Estados Membros da IMO e por Organizações Não Governamentais. A conclusão do grupo de trabalho foi à criação de um relatório contendo diretrizes para direcionar o problema da bioinvasão marinha por água de lastro.

Assim, em 1991, o guia não obrigatório foi adotado pelo MEPC. As diretrizes contidas no guia indicaram para os Administradores e Autoridades de Estado Porto informações e



procedimentos para minimizar o risco de introdução de espécies aquáticas indesejadas contidas na água de lastro e no sedimento.

Em 1993, na 20ª Assembleia Geral da IMO, foi requisitada ao MEPC e o Comitê de Segurança Marítima – MSC para manter a revisão das diretrizes de controle da poluição por meio de água de lastro com base em um novo anexo para MARPOL 73/78.

Em 1994, o grupo de trabalho começou a examinar a possibilidade de adaptar a legibilidade das regulamentações para tentar direcionar a questão.

No início de 1997, antes da revisão das diretrizes, a MSC e MEPC aprovaram uma circular no Guia de Aspectos de Segurança relatando a troca da água de lastro. Nesta circular também apontava as medidas de segurança que são necessárias para considerar as questões de baixa pressão nos tanques de lastros e necessidades para condições de tempo. Em março de 1997, a Assembleia Geral da IMO adotou a Resolução A. 868 (20) que revisou as diretrizes.

No decorrer do tempo, o MEPC analisou várias propostas para consolidar um pacote de diretrizes antes da convenção principal de 2001, propondo que elas fossem inseridas no Anexo da Convenção da MARPOL 73/78. Contudo, inicialmente, a proposta foi rejeitada, devido às obrigações instituídas ao Estado da Bandeira, o que atingiria todos os países e armadores do mundo.

O MEPC consolidou uma proposta final encaminhada para a 49ª Convenção da IMO em julho de 2003, enviada também para a conferência diplomática em fevereiro de 2004, com objetivo de formalizar as diretrizes já aprovadas pelo conselho da IMO. As diretrizes foram finalmente aprovadas em consenso numa conferência diplomática na sede da IMO, em Londres, em 2004, após 14 anos de complexas negociações entre a IMO e os países membros, dando origem a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento de Água de Lastro de Navios e Sedimentos - CALS.

Na conferência haviam 74 Estados Membros, além de várias organizações não governamentais. Oito países sinalizaram ter intenção de ratificar a convenção em junho 2005 sendo eles: Argentina, Austrália, Brasil, Finlândia, Maldivas, Holanda, Espanha e Republica Árabe Síria, onde o Estado Africano é um signatário da convenção, e destes apenas seis assinaram oficialmente o acordo, representando 0.62% da tonelagem mundial. 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 cumpriram o

procedimento de controle e gestão da água de lastro. Diante da problemática, as ações devem ser integradas, e não isoladas.

Algumas medidas de gestão de água de lastro devem ser adotadas apenas pelos navios; outras, pelos portos da tomada ou da descarga da água de lastro; e, em alguns casos, uma combinação das duas alternativas.

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

No Brasil, seguindo recomendação da IMO, a NORMAM-20/DPC estabelece que todos navios devam 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.

Países como Nova Zelândia, Austrália e Estados Unidos têm avançado no desenvolvimento de Planos de Gestão de Água de Lastro.

Desta forma, foram adotados procedimentos que atendem à Resolução A.868-IMO para serem cumpridos por navios e portos.

Procedimentos para os navios:

1) Todo navio que utilizar água como lastro deverá ser dotado de um plano de gerenciamento da água de lastro, destinado a auxiliar a minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. O propósito desse plano deve ser fornecer procedimentos seguros e eficazes para gerenciamento da água de lastro – Resolução MEPC 150.

2) O plano de gerenciamento da água de lastro deve ser específico para cada navio.

3) O plano de gerenciamento da água de lastro deve ser incluído na documentação operacional do navio. Esse plano deve conter, entre outras coisas, os seguintes dados:

- as partes pertinentes destas Diretrizes;
- a documentação relativa à aprovação dos equipamentos de tratamento pertinentes;
- uma indicação dos registros exigidos;
- a localização de pontos em que seja possível o recolhimento de amostras.

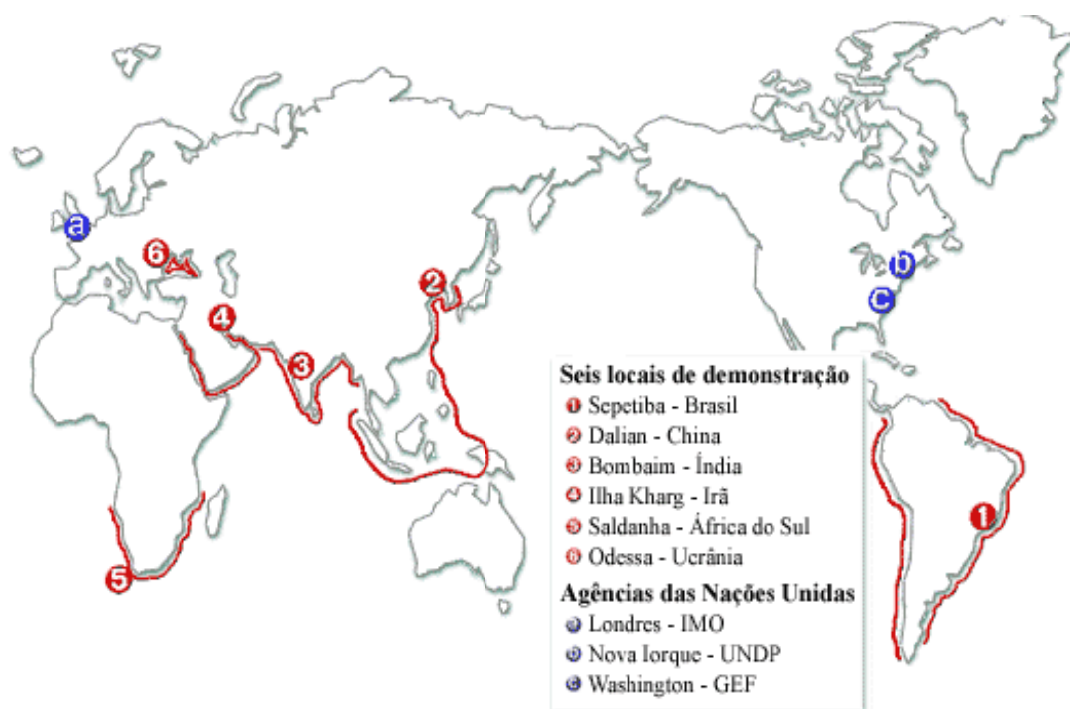
Procedimentos para os Estados do Porto:

- Deve haver instalações disponíveis para recebimento e tratamento da água utilizada como lastro, para permitir um esgoto ambientalmente seguro dos sedimentos existentes nos tanques de lastro – Resolução MEPC 152;
- A descarga da água utilizada como lastro pelos navios nas instalações de recepção e/ou de tratamento existentes no porto deve ser feita por meio de um controle adequado. As autoridades do Estado do Porto que desejarem utilizar esta estratégia devem assegurar que essas instalações sejam adequadas.

#### **4 - O PROGRAMA GLOBALLAST**

A IMO em conjunto com o Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), criou o Programa Global Ballast Water Management Programme (GloBallast), para apoiar países em desenvolvimento a reduzir a transferência de espécies aquáticas nocivas e patogênicos presentes nos tanques de água de lastro dos navios, além de ajudar a implementar as diretrizes da própria IMO sobre o assunto e preparar os países para a entrada em vigor da Convenção Internacional.

O projeto visava reduzir a transferência de espécies marinhas alienígenas que tem como vetor a água de lastros dos navios. Foram selecionadas 6 regiões de países em desenvolvimento: Sepetiba - Brasil, Dalian – China, Bombaim – Índia, Ilha Kharg – Irã, Saldanha -África do Sul e Odessa – Ucrânia. Dentre as várias premissas estabelecidas pelo programa, a principal delas era estabelecer parâmetros para Avaliação do Risco de Água de Lastro e de Levantamento da Biota do Porto.



**Figura 2. Portos e países-piloto escolhidos pelo Programa GloBallast.**

O programa foi inicialmente previsto para durar três anos, com início em 2000 e término em março de 2003, no entanto o programa foi prorrogado até dezembro de 2004. O MMA desempenhou o papel de Agência Líder para o Programa GloBallast, no Brasil. Cada país então elaborou seu Plano de Trabalho Nacional que esboçava as atividades a serem desenvolvidas. Os principais componentes constantes deste plano foram: Comunicação, Educação e Mobilização; Avaliação de Risco da Água de Lastro; Levantamento da Biota do Porto; Medidas de Gestão de Água de Lastro; Treinamento; Legislação; Conformidade, Monitoramento e Efetivação; e Cooperação Regional (Leal Neto, 2007).

Cabe frisar que o programa piloto permitiu que os países participantes recebessem assistência técnica, capacitação e reforço institucional. Os estudos desenvolvidos serviram como demonstração de dificuldades e experiências de sucesso de gestão do problema.

A principal contribuição do programa Globallast foi o estabelecimento de uma metodologia para comparação do risco de contaminação entre o porto doador e o receptor. Esta análise é baseada na comparação de dados dos portos, na porcentagem do número de navios que chegam de um mesmo porto, e da porcentagem do volume de água que chega de um determinado porto (HENRIQUE, 2006). Assim, foram determinados os seguintes elementos de comparação:

- C-1 Coeficiente de risco de frequência de Visitas de Inoculação;
- C-2 Coeficiente de Risco de Volume de Inoculação;

- C-3 Coeficiente de Similaridade Ambiental;
- C-4 Coeficiente de Espécies de Risco do Porto Doador.

Além destes coeficientes, dois fatores de redução são utilizados:

- R-1 Fator de correção de risco em função do volume máximo por tanque descarregado
- R-2 Fator de redução de risco de armazenamento.

Com estes fatores é possível calcular o coeficiente global de risco, para classificar o grau de risco, segundo a origem da água de lastro. Para determinar estes parâmetros foram padronizados métodos aplicados nos 6 países pilotos que participaram do programa. Deste modo, foi criado um banco de dados reunindo as informações necessárias para determinação dos coeficientes apresentados acima, bem como a utilização de softwares que permitiram apresentar mapas distintos com os dados de cada região (LEAL NETO, 2007).

Um segundo projeto foi aprovado em 2007, chamado GloBallast Partnerships que contará também com recursos dos próprios países participantes, sendo apenas uma parte financiada pelo GEF. Nessa segunda fase, o novo projeto pretende ter um enfoque regional, apoiando reformas legais e de políticas para minimizar os impactos adversos de espécies aquáticas invasoras transferidas por navios em países/ regiões não cobertas na primeira fase como Caribe e ilhas do Pacífico (Fernandes & Leal Neto).

## 5 - ATUAÇÃO DOS GOVERNOS

Diversos países, dentre eles o Brasil, estão adotando medidas para minimizar os riscos causados pela água de lastro. Apresentarei, a seguir, algumas das principais iniciativas que estão sendo adotadas:

· **ESTADOS UNIDOS** – Em 25 de novembro de 2008, a Corte Americana cedeu o direito de os estados, como Michigan, regularem sobre a operação da água de lastro. Michigan foi o primeiro estado a estabelecer regras para operação da água de lastro. Existem requisitos que são estabelecidos pelos estados, tais como Califórnia, Washington, Oregon e Oakland. -Na Califórnia, além de os navios cumprirem os procedimentos estabelecidos pela IMO, tanto para viagens de longo curso quanto para cabotagem, eles têm de manter o plano de

gerenciamento de água de lastro e de pagar uma taxa de verificação no primeiro porto de parada; o mesmo se aplica aos outros estados.

- Os EUA possuem bancos de dados disponíveis na internet, a partir dos quais qualquer pessoa pode identificar a origem das espécies que foram identificadas na água de lastro.

· **NOVA ZELÂNDIA** – Seguindo um eficiente programa de gestão de água de lastro, o governo exige que todos os navios que atracam em seus portos são obrigados a ter um plano de gerenciamento de água de lastro. São impostas penalidades para navios que forneçam informações incorretas em relação à troca da água de lastro que podem chegar a 12 meses de prisão e/ou multas para a companhia de navegação.

· **AUSTRÁLIA** – Visando a redução dos riscos de introdução de pestes marinhas no país via água de lastro de navios, a Austrália, em 2001, deu início ao seu programa de gerenciamento de água de lastro. Os requerimentos da legislação em vigor estão em consonância com a Convenção Internacional de Água de Lastro da Organização Marítima Internacional (IMO):

-Todos os navios vindos do exterior que planejam despejar água de lastro em áreas litorâneas da Austrália (até 12 milhas náuticas da costa) são obrigados a gerenciar essa água de acordo com os requerimentos da legislação em vigor, que são:

A. A descarga de água de lastro de alto risco em portos australianos ou dentro das 12 milhas náuticas do país é proibida;

B. Todos os navios trazendo água de lastro captada fora da Austrália são considerados “água de lastro de alto risco”;

C. Todos os navios oriundos de portos internacionais são obrigados a declarar (entre 12 e 96 horas antes da atracação em porto australiano) todos os detalhes em relação à água de lastro a bordo, por exemplo: coordenadas geográficas do local em que a água foi captada, intenção de descarga e a forma usada para gerenciar a água de lastro a bordo;

-Sua legislação aceita as seguintes formas de gerenciamento da água de lastro com fins de descarga em portos australianos: a) transferência entre tanques; b) método da troca sequencial (descarregar/captar); c) método do escoamento dos tanques com água oceânica; ou d) método da diluição;

-Depois de receber as declarações de gerenciamento de água de lastro dos navios, o Departamento de Quarentena emite uma “Advertência” ao navio dizendo se este está ou não autorizado a descarregar água de lastro;

-Assim que os navios ancoram em portos australianos, o Departamento de Quarentena inspeciona os navios para conferir a autenticidade das informações declaradas anteriormente pelo Comandante ou pelo Imediato (*Chief Officer*);

-Se a declaração não for correta, o navio será proibido de descarregar sua água de lastro. Os responsáveis pelo navio podem ainda ter que responder legalmente pelo incidente e pagar multas. Como as declarações de água de lastro têm de ser obrigatoriamente assinadas pelo Comandante ou pelo Imediato, elas são usadas em tribunais como evidências legais;

- O estado de Victoria possui legislação desde 2004, reproduzindo as mesmas obrigações existentes na legislação federal. Tanto a legislação federal como a estadual são mantidas com taxas cobradas aos navios quando estes visitam a Austrália ou um dos portos do estado de Victoria.

· **CANADÁ** – Com um plano de gestão de água de lastro muito intenso, os inspetores dos navios vão a bordo para fazer testes da qualidade da água de lastro. No teste, relativamente simples, os inspetores coletam uma pequena amostra da água de lastro dos tanques dos navios e medem sua salinidade através de um refratômetro; se a salinidade da água do tanque for maior do que 35 pps, significa que o navio cumpriu o procedimento de trocar a água de lastro no oceano.

Em caso de infrações, são aplicadas multas aos navios.

· **ARGENTINA** – O Governo elaborou um projeto em parceria com as Nações Unidas, PNDU – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento para conservação da diversidade biológica e prevenção da contaminação marinha na Patagônia. Durante os 2 anos deste projeto, foram monitorados o deslastre em vários portos do país.

Atualmente, a Argentina vem trabalhando para cumprir as diretrizes internacionais, além de capacitar todo pessoal da Prefeitura Naval para a gestão da água de lastro dos navios.

· **URUGUAI** – Também vitimado pela invasão do mexilhão dourado, o Uruguai está realizando estudos para determinar a distribuição das espécies invasoras no país.

Identificou-se o mexilhão dourado nos rios Uruguai, Negro, Prata, Santa Lucia e Lagoa Merín. Os estudos iniciaram-se em 2000, por um grupo de pesquisadores da Faculdade de Ciências da Universidad de La Republica, na área de oceanografia.

· **BRASIL** – A primeira regulação nacional para lidar com a questão da água de lastro foi implementada em 2005, a chamada *NORMAM 20*, que entrou vigor em 15 de outubro de 2005. A regulação estabelece que todos os navios devem realizar a troca oceânica antes de entrar em um porto brasileiro, procedimento que deve ser informado à ANVISA e à Capitania dos Portos, seguindo os mesmos parâmetros estabelecidos pela IMO através da Convenção.

Todo navio que chegue em qualquer porto brasileiro deve enviar para os órgãos fiscalizadores (Marinha do Brasil e Anvisa) o relatório de água de lastro, o qual deve ser enviado para as autoridades 24 horas antes de o navio chegar ao porto. Entretanto, navios de guerra, navios *supply boat*, barcos de pequeno porte e navios com lastro segregado são excluídos desta regulação.

A *NORMAM 20* estabelece parâmetros diferenciados para a operação na região amazônica: navios oriundos de viagens internacionais devem realizar duas trocas de água de lastro. Isto se deve às características do local, que apresenta trechos com ecossistema bastante frágil, e também porque ocorre nestas regiões o deságue dos rios no mar, o que pode gerar uma similaridade ambiental muito grande nestas regiões, devido a maior salinidade da água nestes trechos. Assim, para navios que adentrarem o rio Amazonas, a primeira troca deve ser realizada nos padrões da IMO, a segunda deve ser realizada em Macapá, em que as águas dos tanques devem ser recicladas apenas uma vez.

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

Em se tratando de registro de operações com águas de lastro, o sistema ainda é falho, pois os registros de 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.

O método empregado pelo órgão fiscalizador para verificar a veracidade dos dados informados no relatório é a avaliação do livro de registro de água de lastro, que indica o local em que a água foi coletada através das coordenadas geográficas citada, bem como através de coleta de amostra da água de lastro.

O principal elemento para medir corretamente o local em que a água de lastro foi coletada é a salinidade, pois a salinidade da região costeira é menor, quando comparada com a água no meio do oceano.



Assim, se uma espécie encontrar um ambiente parecido, em relação à salinidade, temperatura e nutrientes, ela pode se estabelecer no novo local; daí, a importância de se medir a salinidade da água a bordo do navio.

## 6 - RESOLUÇÃO A.868

Na espera da conclusão, votação e subsequente homologação da nova Convenção sobre água de lastro, a IMO, em âmbito internacional, após estudos e consultas a várias entidades ligadas à navegação internacional, publicou as suas “Diretrizes para o Controle e Gestão de Águas de Lastro de Navios para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Patógenos”, por meio da Resolução A.868 da 20ª sessão do MEPC. As citadas “Diretrizes” incluem as seguintes medidas:

- 1) Minimizar a entrada de organismos durante operações de tomada de água de lastro, evitando:
  - a) Áreas portuárias onde se saiba existirem populações de organismos nocivos;
  - b) Águas rasas; e
  - c) A escuridão, quando muitos organismos de fundo sobem à superfície;
- 2) Retirar regularmente dos tanques de lastro a lama e os sedimentos acumulados neles devido ao risco de conterem organismos nocivos;
- 3) Evitar descargas desnecessárias de águas de lastro;
- 4) Iniciar procedimentos de gestão de águas de lastro, os quais podem incluir:
  - a) Troca da água de lastro em águas oceânicas, já que espécies costeiras ou portuárias dificilmente sobrevivem em mar aberto, porque as suas condições ambientais são diferentes das regiões perto da costa. A troca de lastro pode ser executada por meio de uma das 3 alternativas já testadas na prática: “sequencial”, “fluxo contínuo” e “diluição”;
  - b) A não descarga ou descarga mínima de água de lastro;
  - c) Descarga de água de lastro para estações de recepção e tratamento em terra.

Uma alternativa para minimizar o risco da bioinvasão é dotar os navios de sistema de tratamento da água de lastro. Para que esse desejo possa se concretizar, existe uma corrida com vistas a desenvolver um sistema 100% eficiente, capaz de eliminar as espécies invasoras. No intervalo entre realidade e sonho, buscam-se soluções paliativas que minimizem o problema. Porém, quase todos os navios não dispõem de sistema de tratamento de água de lastro, mas existem algumas alternativas para gerenciar a água de

lastro a bordo dos navios. Cada uma dessas alternativas será apresentada sucintamente a seguir.

#### **(a) 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.

Embora esse seja um procedimento padrão e eficiente, tem sofrido críticas em relação à segurança da tripulação (deve-se levar em conta o do tipo de navio, as condições do tempo e a carga carregada). Com base nisso, 40 comandantes dos navios que atracaram nos terminais portuários do Estado do Paraná, em 2007, foram questionados sobre os reais riscos da troca oceânica, por serem eles os responsáveis por tal procedimento.

O questionário foi desenvolvido pela Associação de Defesa do Meio Ambiente e do Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN) e encaminhado pelo Sindicato das Agências de Navegação Marítima do Estado do Paraná (SINDAPAR) e pelos Terminais Portuários da Ponta do Félix.

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.

#### **(b) Método Sequencial**

Trata-se de operações em sequência do deslastreamento total do tanque e subsequente rastreamento. Este método é considerado o mais eficaz para a troca da água de lastro, porém ele expõe o navio e sua tripulação a problemas de segurança (stress excessivo, eventual falta de estabilidade do navio, entre outros).

#### **(c) Método de Transbordamento**

Embora este método apresente menos problemas de segurança que o Método sequencial, é considerado menos eficaz, pois os tanques de lastro podem ser expostos à pressão excessiva durante o transbordamento, que ocorre através do bombeamento da água durante certo tempo e fazendo transbordar o excesso pela parte superior do navio. Além disso, o Método de Transbordamento diminui a eficácia na eliminação dos

organismos, principalmente os que assentam no fundo, podendo a tripulação entrar em contato com a água contaminada no convés do navio (risco de doenças).

#### **(d) Método do Fluxo Contínuo**

Consiste na troca do lastro sem esvaziar os tanques, enchendo-os ao mesmo tempo com água limpa numa quantidade três vezes maior ao volume do tanque, mantendo, assim, a estabilidade do navio. Mas, semelhante ao Método de Transbordamento, a tripulação pode entrar em contato com a água contaminada no convés do navio, aumentando risco de doenças.

#### **(e) Método Brasileiro de Diluição**

O conceito básico deste método envolve 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 normal durante toda a viagem, inclusive durante a troca da água. O Método Brasileiro de Diluição apresenta as seguintes vantagens em comparação com os outros métodos:

- mais eficiente do que o Método de Transbordamento e mais viável de ser aplicado do que o Método Sequencial;
- mantém constante o nível do tanque de lastro e inalterada a condição de carregamento de lastro do navio durante a viagem, evitando problemas de estabilidade e tensão;
- os membros da tripulação não são expostos a perigos devido ao contacto com água contaminada no convés;
- flexível para a adoção complementar de diversos tipos de tratamento de água;
- simples e econômico, em termos de construção de navios, e prático para armadores e operadores de navios.

Diversos métodos de tratamento a bordo para a água de lastro vêm sendo testados como alternativa ou em conjunto com a troca em alto-mar. Entretanto, os navios ainda precisam ser adequados para a maioria das técnicas. Entre estas:

#### **a) Filtração**

Atualmente existem sistemas de filtração que impedem a entrada de organismos maiores nos tanques de lastro. No entanto, a grande quantidade de volume de água, o alto

fluxo e os depósitos de matéria orgânica sobre as telas dos filtros são desafios no uso da filtração, além da necessidade de utilização de outras técnicas em conjunto para solucionar problemas com transporte de bactérias e vírus. Países como Austrália, Estados Unidos e Grã-Bretanha têm trabalhado no intuito de desenvolver novas técnicas que permitam o aperfeiçoamento do método de filtração.

#### **b) Ozonização**

Atualmente este processo é utilizado no tratamento de água potável e de água industrial, mas quando utilizado em água salgada e salobra reage com o cloro da água do mar e produz várias substâncias corrosivas, além de várias consequências adversas para a saúde ocupacional de quem lida com o sistema. É muito caro, o que pode inviabilizar o processo.

#### **c) Método de aquecimento**

O aquecimento da água dos tanques de lastro é efetivo e não libera substâncias tóxicas para o meio ambiente, podendo matar organismos indesejáveis, embora não todos. Faltam estudos a respeito do nível de aquecimento necessário para mortalidade de muitas espécies, além de seus estágios císticos e larvais. É necessária, em vários casos, a queima de combustível para aquecer as grandes quantidades de água de lastro, não sendo considerada uma boa solução ambiental.

#### **d) Tratamento por 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.

#### **e) Eletro-ionização**

Esta técnica tem sido utilizada para tratamento de água doce, e ainda em fase experimental para tratamento de água salgada e salobra, embora alguns sistemas pilotos estejam sendo desenvolvidos.

#### **f) Supersaturação de gás**

O sistema produz uma água de lastro com super saturação de gás e promove uma posterior redução da pressão com formação de bolhas, provocando efeitos de hemorragia e embolia nos organismos, levando-os à morte. A eficiência do processo varia conforme os

grupos de organismos tratados, não se aplicando em vírus, algas, bactérias, protozoários e cistos de algas.

#### **g) Tratamento com ultravioleta**

É eficaz na eliminação de microorganismos, mas não para organismos maiores, protozoários, fungos e algas, sendo indicado o uso em conjunto com a filtração.

#### **h) Choques elétricos**

Este tipo de tratamento ainda está sendo testado em laboratório.

#### **i) Tratamento com cloro**

Este tipo de tratamento tem eficiência comprovada em água doce, é de fácil aplicação e manuseio, baixo custo e capaz de tratar grandes volumes de água. O método já é utilizado a bordo de navios, mas não para tratamento nos tanques de lastro, embora alguns países, como o Brasil, estão adotando o uso de cloro no tratamento da água de lastro. Estudos recentes demonstram que concentrações elevadas de cloro podem levar a formação de substâncias tóxicas. O dióxido de cloro é o mais indicado para o tratamento da água de lastro, pois é eficiente em baixas concentrações e em qualquer pH.

Para que qualquer método possa ser utilizado precisa ser seguro, prático, tecnicamente viável, de baixo custo e ambientalmente aceitável. Os grandes volumes de água, as altas taxas de fluxo, a diversidade de organismos e o tempo curto de residência da água nos tanques consistem em um grande desafio para a elaboração e aperfeiçoamento dos métodos de tratamentos. A liberação comercial de qualquer alternativa de tratamento de água de lastro passa por diversos trâmites impostos pela IMO; basicamente, todo e qualquer método proposto deve atender a 5 requisitos básicos:

1. Seguro (para o navio e para sua tripulação);
2. Ser ambientalmente aceitável (não pode causar mais impactos ambientais);
3. Ser praticável (compatível com o projeto do navio e com sua forma de operação);
4. Ser biologicamente efetivo (em termos de remoção e destruição dos elementos contidos);
5. Ser economicamente viável (passível de ser construído em escala comercial).

Atendidos esses requisitos, para que um processo de tratamento seja incorporado pela comunidade marítima internacional, ele deve ser homologado pela IMO; assim, existem alguns passos que devem ser seguidos para a obtenção da aprovação.

#### **j) Ultrassom**

Este método consiste, basicamente, da emissão de ondas sonoras na água com objetivo de eliminar os organismos presentes na água de lastro (TSOLAKI e DIAMADOPOULOS, 2010). De acordo com NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996), o ultrassom, em frequências e escalas de potência apropriadas, destrói micro-organismos nos líquidos por meio de esforços mecânicos localizados, resultantes da cavitação. Sistemas de tratamento ultrassônicos usam transdutores para gerar compressões e rarefações alternadas no líquido a ser tratado. A cavitação resultante é influenciada pela frequência, densidade da potência, tempo de exposição, e pelas propriedades físicas e químicas do líquido. As melhores frequências para destruição dos micro-organismos situam-se na escala mais baixa de frequências ultrassônicas, de 15 a 100 quilohertz (kHz). A aplicação do tratamento de ultrassom em grandes volumes de líquido apresentou resultados variados.

A eficácia do tratamento diminui com o aumento da distância do transdutor, pois a densidade de energia no líquido diminui mas a eficácia do tratamento ultrassônico aumenta com tempo de exposição e pode também ser influenciada pelos efeitos de ressonância devido à geometria do recipiente (SASSI et al., 2005).

#### **k) Hidrociclones**

O tratamento com hidrociclones é um sistema que está sendo proposto, em conjunto com a filtração, para separação dos microorganismos da água através da geração de pequenos ciclones, que têm por objetivo separar os elementos mais pesados do que a água (KAZUMI, 2007, LLOYD'S REGISTER, 2007). O funcionamento deste sistema consiste no direcionamento do fluxo captado pela tomada d'água para o centro do equipamento, que é uma região cônica, até seu local de saída do lado oposto da entrada. Através de um vórtice criado no centro do equipamento, os sólidos contidos no fluido são removidos através de pequeno tubo de descarga localizado no fundo do separador. Para assegurar que a pressão no fundo seja suficiente para separar os sólidos suspensos na água, existe uma válvula que regula a pressão durante a utilização do equipamento (DOBROSKI et al., 2007). Este sistema está esquematizado na figura 3.

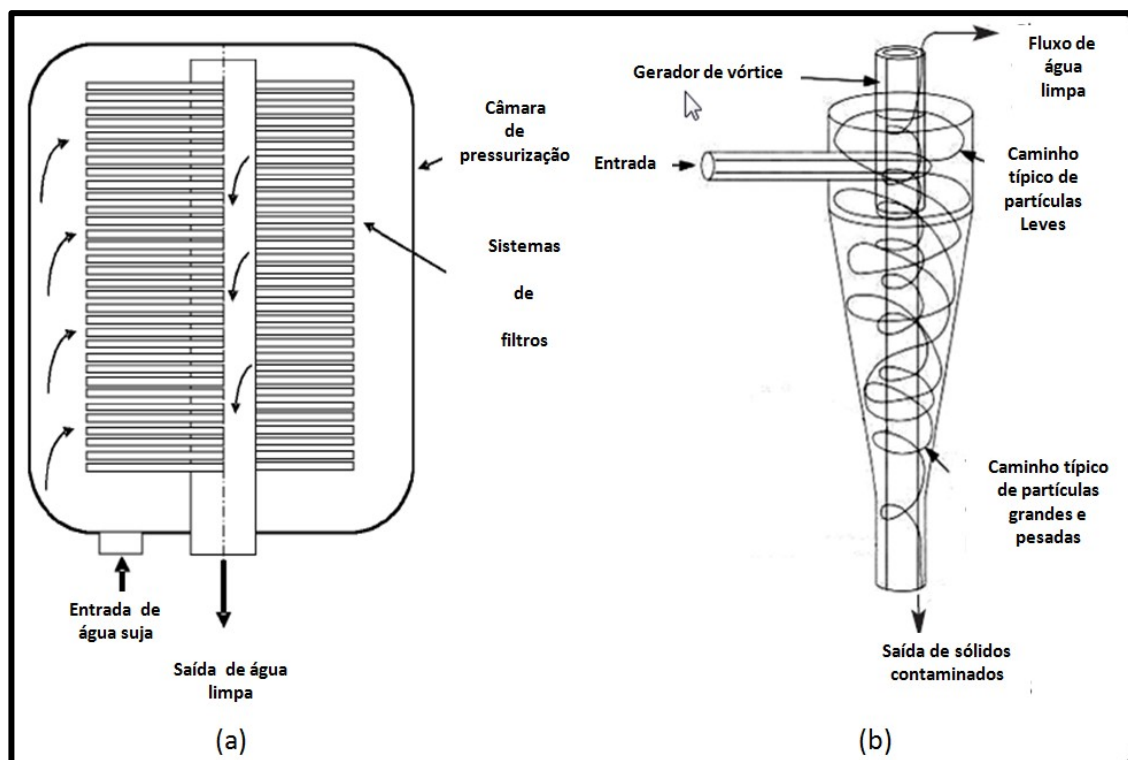


Figura 3– Típico Separador por Hidrociclone

Fonte: Lloyd's Register (2007)

## 7 - SISTEMAS DE TRATAMENTO APROVADOS PELA IMO

Existem alguns fabricantes que já obtiveram todas as certificações e foram aprovados pela IMO a fornecer sistemas de tratamento para serem instalados a bordo dos navios. Grande parte destes sistemas utiliza as técnicas apresentadas acima, sendo que muito deles fazem uso misto de técnicas para aumentar a eficiência do tratamento. Os principais sistemas e fabricantes são:

- i. Venturi Oxygen Stripping®, NEI Treatment systems, LLC;
- ii. SEDNA®, Hamann AG;
- iii. PureBallast, Alfa Laval AB;
- iv. Hyde Guardian™, Hyde Marine (Lamor Group);
- v. Ecochlor, Ecochlor Inc.

A seguir serão apresentadas, sucintamente, as características de cada um destes sistemas

## 7.1 Venturi Oxygen Stripping®

O sistema Venturi Oxygen Stripping® - VOS foi desenvolvido e patenteado pela NEI Treatment Systems, LLC. Este é um sistema em linha que mistura gás inerte (nitrogênio com pequenas quantidades de dióxido de carbono e oxigênio) diretamente na água de lastro. O gás é misturado com a água de lastro usando um injetor tipo Venturi que cria micro bolhas onde o oxigênio dissolvido é rapidamente misturado no ponto de entrada do gás (Figura 4). Por causa da adição de dióxido de carbono na solução formam-se ácidos carbônicos e carboxílico, assim o pH da água é tratado e reduzido para ficar entre 5,5 e 6 (TAMBURRI e HUBREGTS, 2005).

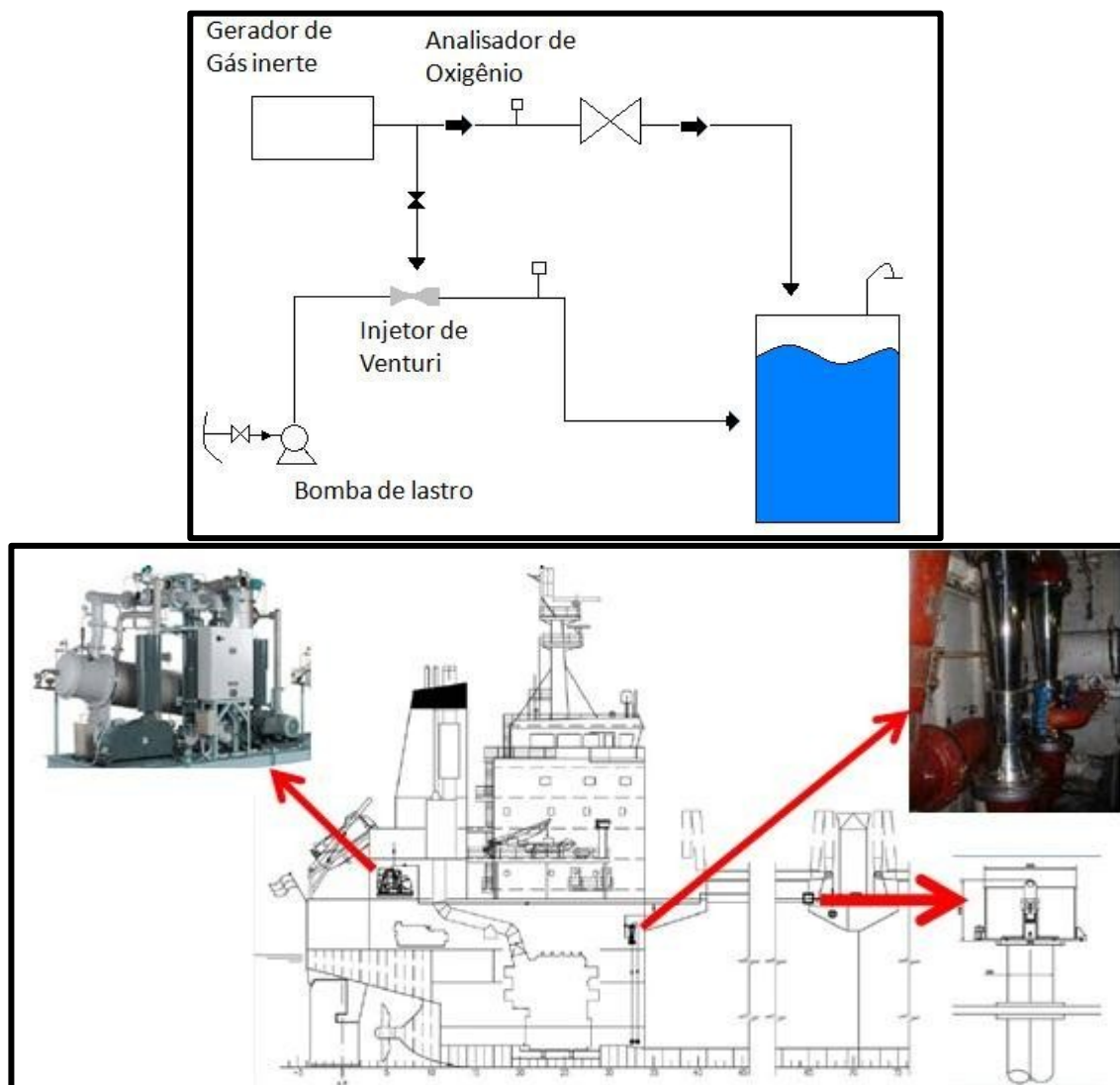


Figura 4 – Sistema Venturi Oxygen Stripping®

Fonte: Adaptado de Tamburri e Hubregts (2005) e Schnack et al. (2009)



Os elementos que compõem este sistema são: gerador de gás, injetores Venturi, sopradores de gás, sistema de refrigeração das bombas de água, válvulas e disjuntores. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

## **7.2 SEDNA®, Hamann AG**

O sistema SEDNA® foi desenvolvido e patenteado pela Hamann AG. O tratamento da água de lastro através deste sistema consiste de três etapas:

1. Primeiro a água de lastro é captada e passa por um conjunto de hidrociclones;
2. Na sequência a água é filtrada através de um conjunto de filtros e;
3. Por fim é injetado ácido peróxido na água, conforme mostrado na Figura 5.

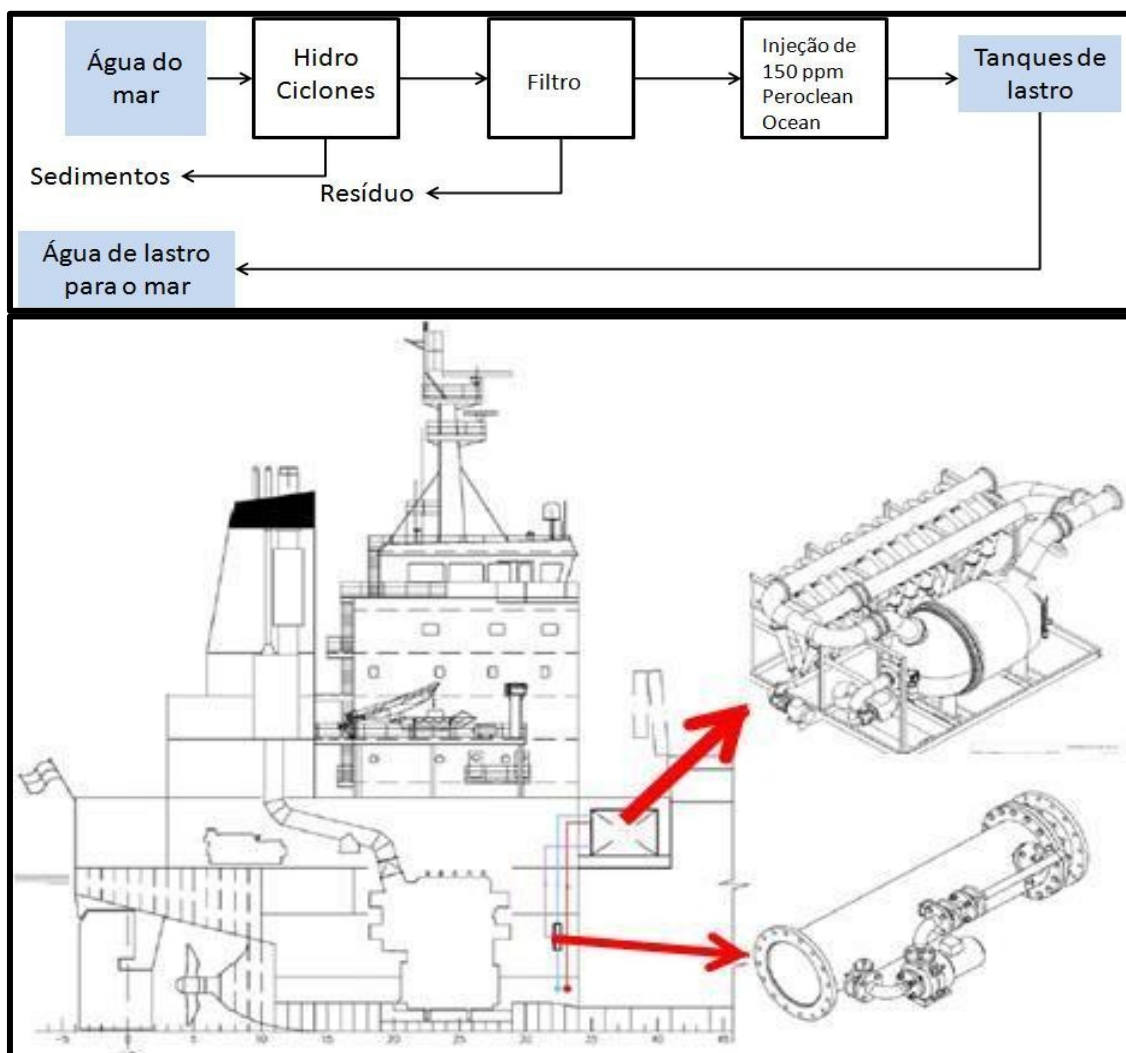


Figura 5 – Sistema SEDNA®

Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

Os elementos que compõem este sistema são:

1. Dois estágios de filtração, hidrociclone, injetor químico, ácido peróxido;
2. Filtros, tanques para substâncias ativas, seção de mistura e painel de controle.  
Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

## B- PureBallast, Alfa Laval AB;

O sistema PureBallast® foi desenvolvido e patenteado pela Alfa Laval AB. Este sistema foi concebido para operar no lastro e no deslastro do navio. Durante o lastro, a água passa por um filtro de 50 microns para remover quaisquer partículas maiores e organismos. A água segue até a unidade de *Advanced Oxidation Technology - AOT Wallenius*, que se utiliza de um sistema de radiação UV para produzir radicais livres que quebram os organismos que passaram pelo filtro. Quando a água é despejada para fora dos navios passa novamente pela Wallenius unidade AOT, neutralizando a água novamente, conforme mostrado na figura 6.

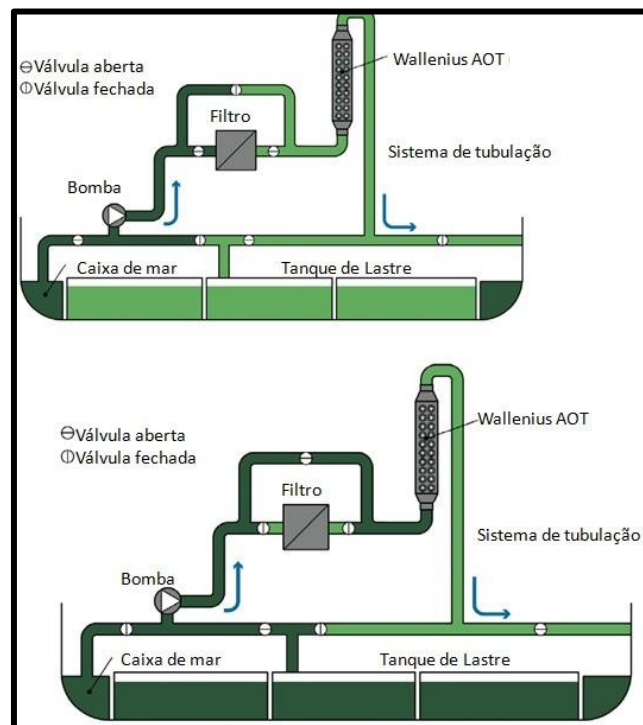


Figura 6 – Sistema PureBallast®

Fonte: Adaptado de [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)

Os elementos que compõem este sistema são: filtros, sistema de radiação UV com câmaras de reator com catalisador (dióxido de titânio), painéis de energia para reatores, unidade de limpeza para as lâmpadas, medidor de vazão e painel de controle. Este sistema foi homologado pela IMO em 2007.

### 7.3 Hyde Guardian™, Hyde Marine (Lamor Group)

O sistema Hyde Guardian™ ® foi desenvolvido e patentado pela Hyde Marine (Lamor Group). Este sistema foi desenvolvido para operar no lastro e no deslastro do navio. Durante o lastro, a água passa por um filtro de 50 microns para remover quaisquer partículas maiores e organismos. A água segue até a unidade que gera radiação UV. O sistema UV utiliza lâmpadas de média pressão orientadas perpendicularmente ao fluxo da água para aumentar a eficiência do tratamento e reduzir o tamanho do sistema. A forma de operação do sistema é análoga ao sistema anterior, pois na operação de deslastro a água passa pelo sistema UV novamente. A Figura 7 mostra o sistema instalado a bordo do navio Mercury (HYDE GUARDIAN™, 2010).

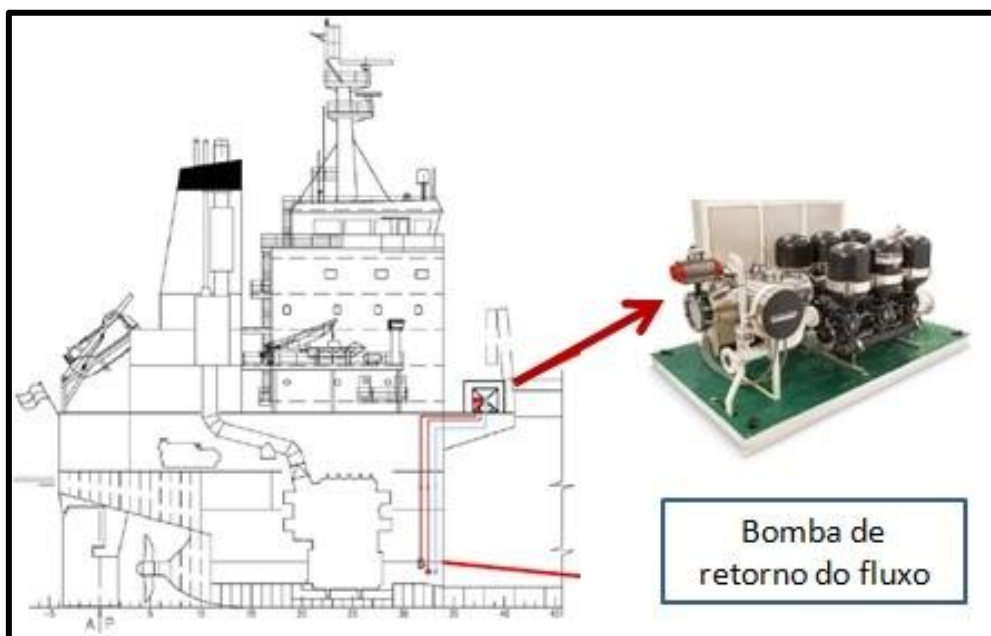


Figura 7 – Sistema Hyde Guardian™ instalado a bordo do navio Mercury Fonte:  
Adaptado de [www.hydemarine.com](http://www.hydemarine.com)

Os elementos que compõem este sistema são: filtros, sistema de radiação UV, painéis de energia para reatores, unidade de limpeza para as lâmpadas, medidor de vazão e painel de controle energia. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008.

#### **7.4 Ecochlor, Ecochlor Inc.**

O sistema Ecochlor ® foi desenvolvido e patenteado pela Ecochlor, Inc. Este sistema foi desenvolvido para operar durante a operação de lastro do navio, em que a água segue até a unidade de filtração. A água, depois de filtrada, é direcionada para um sistema de injeção de dióxido de cloro. Após a aplicação do gás a água segue para o tanque de lastro. Uma das características do dióxido de cloro é a rápida dissipação, sendo ambientalmente aceitável. A Figura 8 ilustra o sistema de tratamento.



Figura 8 – Sistema Ecochlor

Fonte: [www.ecochlor.com](http://www.ecochlor.com)

## 8 - COMPARAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS HOMOLOGADOS

Os elementos que compõem este sistema são: filtros, medidor de fluxo ultrassônico, unidade de armazenamento de químicos e unidade de mistura, bomba e painel de controle. Este sistema foi homologado pela IMO em 2008. Schnack et al. (2009) pesquisaram o custo de aquisição e operação de cada um dos sistemas apresentados acima homologados pela IMO para um navio graneleiro da classe Panamax, cujas características, bem como os custos operacionais estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do navio Panamax

Comprimento (m)	180
Boca (m)	30
Calado carregado (m)	14
Calado leve (m)	10
DWT (t)	35.000
Volume de Carga (m <sup>3</sup> )	46.800
Velocidade (nós)	14
Quantidade de bombas de lastro	2
Capacidade da bomba de lastro (m <sup>3</sup> /h)	800
Capacidade leve de lastro (m <sup>3</sup> )	12.900
Capacidade total de lastro (m <sup>3</sup> )	23.000
Estimativa de viagens por ano	9 viagens condição de lastro leve e 1 condição total de lastro
Estimativa de custo de combustível anual incluindo máquinas principais e auxiliares durante a operação do navio.	US\$2.300.000
Estimativa de custo de combustível anual das máquinas auxiliares utilizadas nas operações de troca de água de lastro .	US\$300.000

Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

No custo de aquisição foi incorporado o valor da instalação do equipamento, incluindo para cada sistema os recursos necessários para este fim, como por exemplo, tubulação, cabos elétricos e estrutura de aço para reforços e fixação, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Custo de capital para cada alternativa de tratamento homologada pela IMO para um navio Panamax

<b>Descrição</b>	<b>NEI VOS NEI Treatment</b>	<b>SEDNA Hamann AG</b>	<b>PureBallast Alfa Laval AB</b>	<b>Guardian Hyde Marine</b>	<b>Ecochlor Ecochlor Inc.</b>
Aquisição (US\$)	640.000	1.670.000	1.180.000	1.240.000	680.000
Instalação (US\$)	130.000	270.000	60.000	140.000	40.000
Total (US\$)	770.000	1.940.000	1.240.000	1.380.000	720.000

Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

O custo de operação considera o custo adicional de consumo de combustível, em função de maior utilização do sistema Diesel Gerador durante as operações de lastro, bem como outros elementos necessários para operação do sistema, como aquisição de químicos e etc.

Tabela 3 – Custo anual adicional de operação do sistema

<b>Descrição</b>	<b>NEI VOS NEI Treatment</b>	<b>SEDNA Hamann AG</b>	<b>PureBallast Alfa Laval AB</b>	<b>Guardian Hyde Marine</b>	<b>Ecochlor Ecochlor Inc.</b>
Adicional de combustível (US\$)	15.000	4.000	6.000	2.000	1.000
Serviço (US\$)	10.000	35.000	16.000	3.000	17.000
Total (US\$)	25.000	39.000	22.000	5.000	18.000

Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

Por fim, foi realizada uma avaliação do volume adicional de emissões de cada sistema, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Emissões adicionais geradas pelo navio em função de cada um dos sistemas de tratamento

<b>Descrição</b>	<b>NEI VOS NEI Treatment</b>	<b>SEDNA Hamann AG</b>	<b>PureBallast Alfa Laval AB</b>	<b>Guardian Hyde Marine</b>	<b>Ecochlor Ecochlor Inc.</b>
CO <sub>2</sub> (toneladas)	115	29	47	18	8
Substâncias ativas (toneladas)	-	21	-	-	6

Fonte: Adaptado de Schnack et al. (2009)

A seleção de cada sistema de tratamento fica condicionada às características do navio tais como: espaço disponível para instalação, custo de aquisição, instalação, operação e manutenção (que não foram considerados neste estudo), além dos requisitos adicionais necessários para o funcionamento do sistema, como potência requerida dos Diesel-Geradores, capacidade das bombas de lastro, que impõem a seleção do tipo de tratamento em função da sua vazão, bem como as emissões oriundas de cada sistema.

Além disso, existe a rota que o navio irá operar que poderá priorizar um sistema em detrimento de outro, em função dos requisitos de eficiência exigidos por cada país. Deste modo, os sistemas de tratamento a bordo dos navios deverão atender esses critérios. Logo, o armador deverá selecionar o sistema que atenda esses parâmetros, caso eles existam.

É importante salientar que as condições em que estes sistemas apresentados acima foram testados consideram mar e rotas conhecidas pelos fabricantes, ou seja, foi selecionado um navio, instalado o sistema e monitorada a eficácia do tratamento por seis meses (prazo estipulado pela IMO para testes a bordo). Considerando que neste período o navio fez três ou quatro viagens de longo curso é muito difícil afirmar que o sistema é capaz de eliminar todas as espécies patogênicas e exóticas que existem ao redor do mundo, pelo fato do navio ter visitado uma pequena porção dos portos existentes.

Outro ponto importante são os custos apresentados que se referem aos de um navio de pequeno porte. Certamente para navios maiores como Capesize ou VLCC, os custos de aquisição, operação, manutenção, bem como as emissões serão maiores.

Por outro lado, uma vez que o navio seja dotado de um sistema de tratamento a bordo já oferece uma melhor condição de controle e monitoramento da qualidade da água de lastro despejada no porto de destino.



## CONCLUSÃO

Todos os métodos de tratamento físico, químico e biológico apresentados acima não garantem elevada eficiência no tratamento, ou seja, nenhum deles consegue erradicar totalmente da água de lastro as espécies exóticas ou patogênicas, o que mostra que o problema ainda não está resolvido para a comunidade marítima internacional. Todos apresentam vantagens e desvantagens no que tange à sua utilização. Alguns são facilmente implementados como os biocidas, em que não exigiria alto grau de treinamento da tripulação, embora existam os riscos de contato durante o manuseio e ao meio ambiente. Entretanto, o problema gerado pelos resíduos da combinação água de lastro versus biocidas, por exemplo, o cloro, apresenta sérios riscos ao meio ambiente, sendo muito difícil que as autoridades sanitárias internacionais permitam que o navio despeje a água de lastro com essa mistura.

Por outro lado, cabe salientar que todos os tratamentos a bordo do navio requerem suprimento de energia e, como resultado, podem aumentar o consumo de combustível e podem gerar maior impacto ambiental associado com as emissões de gases e resíduos do processo de tratamento (lâmpadas UV, sedimentos retidos nos filtros, filtros entupidos, bem como microorganismos e até mesmo peixes e outros animais marinhos mortos). Deste modo, deve-se recorrer aos tratamentos que utilizam a menor quantidade de energia possível. Assim, os tratamentos com calor residual ou desoxigenação podem ser uma boa alternativa. Outra consideração importante é que, em grande parte dos métodos apresentados, é necessário fazer adaptações na maquinaria existente do navio. Considerando que a frota existente tenha que se adaptar e utilizar um sistema de tratamento de água de lastro a bordo, certamente será necessário a instalação de tubulações adicionais, bombas, sistemas elétricos o que poderá aumentar os níveis de manutenção dos navios e seus custos associados. Além disso, há de se considerar também que estes sistemas podem falhar enquanto o navio estiver em alto mar. Nestes casos, será necessário conduzir o navio até a terra e utilizar-se de algum método operacional como a troca oceânica.

Deste modo, mesmo com um sistema dotado de tratamento a bordo, o navio deverá ter procedimentos operacionais para o controle da água de lastro. Em resumo, todos os métodos apresentam riscos potenciais, o que demanda treinamento e instalação de padrões de segurança. Assim, julga-se importante que os oficiais e os tripulantes dos navios estejam treinados e aptos a monitorar e a operar tais equipamentos se caso introduzidos a bordo para ter maior eficiência no processo de tratamento da água de lastro.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Atlas Brasil. Panorama Nacional. Volume 1. Brasil. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Água de lastro. Projetos GGPAF. 2002-2003. Brasil.
- AGENCIA NACIONAL DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ. Nota Técnica ANTAQ 017/2007/ Modelagem para Estudos de Viabilidade de Projetos de Arrendamento. Brasília. 2007.
- AGENCIA NACIONAL DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ [http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente\\_AguaDeLastro.asp](http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_AguaDeLastro.asp) , Acessado em 19/08/2015
- BRINATI, H.L. Instalações propulsoras. Notas de aula. Departamento de Engenharia Naval da USP. Vol. 1. São Paulo. 1988.
- CARLTON, J.T. et al. Transoceanic and inter-oceanic dispersal of coastal marine organisms: The Biology of Ballast Water. Oceanography and Marine Biology: An annual review, v23.1995
- CARLTON, J.T; GELLER, J.B. Ecological roulette: The Global Transport and Invasion of Nonindigenous Marine Organisms. Science,261, 1993.pag.78-82.
- DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS – NORMA DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA O GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO DE NAVIO. NORMAN 20.2014
- FONSECA, M.M ARTE NAVAL. 5ª EDIÇÃO – Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1989
- IMO. 1st International Ballast Water Treatment Standards Workshop. 2000.
- LLOYD’S REGISTER. BALLAST WATER TREATMENT TECHNOLOGY. Lloyd’s Register Life Matters.2007
- MARTINS, E.M.C. Responsabilidade Internacional e Poluição Marinha. R. CEJ, Brasília, n.29, abr. /jun.2005.p.27-37
- PEREIRA, N.N.; BRINATI. H.L. Estudo sobre tratamento de água de lastro. 22º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore - Rio de Janeiro,RJ. Outubro de 2008.

