

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

**GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS**

**Por: Vicente Ferreira Neto**

**Orientador**

**Wallace Cheredre de Assumpção**

**CC (RM1-IM)**

**Rio de Janeiro**

**2012**

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

**GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante.

Por: Vicente Ferreira Neto.

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

**AVALIAÇÃO**

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): \_\_\_\_\_

NOTA - \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

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

DATA: \_\_\_\_\_

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

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus em primeiro lugar, pois sem Ele nada seria possível em minha vida. À minha família pelo carinho e apoio, e aos amigos que foram igualmente muito importantes nessa caminhada.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia ao meu pai.

## RESUMO

Os navios devem navegar com segurança e para que eles naveguem em segurança quando estão sem ou com pouca carga, e para que mantenham seus hélices propulsores submersos, é utilizado um peso líquido em tanques localizados nos porões destes- a água de lastro. Ela garante a estabilidade do navio, evitando danos, inclusive naufrágio em casos de tempestades.

Na atualidade, o transporte marítimo movimenta mais de 80% das mercadorias do planeta, e estima-se que pelo menos sete mil espécimes diferentes de vida são transportados ao redor do mundo nos tanques de lastro dos navios.

Estudos realizados em diversos países demonstraram que muitas espécies de animais, plantas e bactérias podem sobreviver na água de lastro e nos sedimentos transportados por um navio, mesmo após viagens longas. A posterior descarga dessa água de lastro e sedimentos nas águas de outros portos pode causar alterações nos ecossistemas e com isso danos ao meio ambiente, competição com espécimes nativas, redução e risco de eliminação de espécimes nativas, elevados prejuízos econômicos, e por último a introdução de agentes patogênicos com riscos a saúde humana.

## **ABSTRACT**

The ships must sail under safety and to sail under safety when they are with little or no cargo, and to keep their propeller thrusters submerged is used a liquid weight of these tanks located in the basements – ballast water. It guarantees the stability of the ship, preventing damage, even in cases of shipwreck in storms.

Currently, the Shipping moves over 80% of goods on the planet, and it is estimated that at least seven thousand different specimens of life are transported around the world in the ballast tanks of ships.

Studies in several countries have shown that many species of animals, plants and bacteria can survive in ballast water and sediments transported by ship, even after long journeys. The subsequent discharge of ballast water and sediments in the waters of other ports can cause changes in ecosystems and thus damage to the environment, competition with native specimens, reduction and risk of elimination of native specimens, high economic losses, and finally the introduction of pathogens with risks to human health.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA (1)</b> -Navio descarregando água de lastro de seus tanques.....	14
<b>FIGURA (2)</b> -Casco com incrustação.....	17
<b>FIGURA (3)</b> - Mexilhão Dourado.....	19
<b>FIGURA (4)</b> - Mexilhão Zebra.....	20
<b>FIGURA (5)</b> -Distribuição do mexilhão zebra em janeiro/2000.....	21
<b>FIGURA (6)</b> - Siri Índico-Pacífico.....	22
<b>FIGURA (7)</b> - Navio utilizando o método do transbordamento.....	29
<b>FIGURA (8)</b> - Navio utilizando o método de diluição.....	30

## SUMÁRIO

<b>1.0-INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2.0-DESENVOLVIMENTO</b> .....	12
<b>2.1- Água de Lastro</b> .....	12
2.1.1 - Histórico e conceito.....	14
2.1.2 - Lastramento e Deslastramento.....	14
2.1.3 - Impactos causados da água de lastro.....	16
2.1.4 - Bioincrustação Marinha.....	17
2.1.5 - Principais Espécies Exóticas Invasoras.....	18
2.1.5.1 - Mexilhão Dourado ( <i>limnoperma fortunei</i> ).....	18
2.1.5.2 - Mexilhão Zebra ( <i>dreissena polymorpha</i> ).....	19
2.1.5.3 - Siri ( <i>charybdis hellerii</i> ).....	21
<b>2.2 - Legislações</b> .....	23
2.2.1 - Medidas adotadas pela sociedade internacional.....	23
2.2.2 - Medidas adotadas pelo Brasil em relação à Água de Lastro.....	24
2.2.3- Programa GLOBALLAST.....	25
<b>2.3 - Gestão da água de lastro e sedimentos</b> .....	28
2.3.1 - Medidas específicas e ciclo de gestão da Água de Lastro e Sedimentos.....	28
2.3.2 - Método seqüencial.....	28
2.3.3 - Método de transbordamento.....	29
2.3.4 - Método do fluxo contínuo .....	29
2.3.5 - Método de diluição.....	30
<b>2.4 - Métodos de tratamento a bordo</b> .....	31
2.4.1 - Filtração .....	31
2.4.2 - Ozonização .....	31
2.4.3 - Método de aquecimento.....	31
2.4.4 - Desoxigenação.....	32
2.4.5 - Tratamento com cloro.....	32
<b>3.0-CONCLUSÃO</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	35

## 1.0-INTRODUÇÃO

O transporte marítimo é responsável atualmente por cerca de 80% do comércio mundial, estimando-se que 10 bilhões de toneladas de água de lastro sejam movimentadas pelos navios a cada ano (Global Ballast Water Management Programme, 2002). Empresas marítimas internacionais estimam que aproximadamente 65.000 navios transoceânicos estejam operando atualmente, isto significa dizer que transportam aproximadamente 5 bilhões de m<sup>3</sup> de água de lastro por ano e que 3.000 espécies podem ser transportadas num dia na água de lastro de navios (Leal Neto, 2007). Essa água é indispensável à navegação pelo fato de ser uma das principais responsáveis pela manutenção da estabilidade dos navios tanto nas operações de carregamento quanto nas viagens em si.

No passado o lastro era sólido, o que causava instabilidade aos navios, especialmente com o movimento de embarque e desembarque da carga nos portos. A partir de 1880, com a melhoria da estrutura dos navios, começou-se a utilizar água nos tanques; entretanto, é provável que somente após a 2<sup>a</sup> Guerra Mundial, a água de lastro tenha começado a circular em grandes volumes, dando início à introdução de espécies exóticas por esta via (Carlton, 1993).

As espécies aquáticas se dispersam pelos oceanos de forma natural através de correntes, ventos e material flutuante, entre outros. As barreiras à sua dispersão têm sido fatores ambientais e biológicos naturais, tais como temperatura, salinidade, áreas continentais e predadores naturais (Reis, 2003). Ou seja, essas espécies não possuem, por si só, condições de migrar e interferir em outros ecossistemas onde não possuem predadores naturais, o que garante um equilíbrio natural na cadeia alimentar. Porém, na água de lastro e nos sedimentos nela contidos, tais espécies encontram condições que, se não ideais, ao menos possibilitam a sobrevivência até o porto de destino, pois com salinidade e temperatura da água (entre outros fatores) praticamente constante, esses organismos conseguem transpor regiões antes impossíveis de ser ultrapassadas.

As movimentações de espécies têm causado sérios danos ao meio ambiente, à economia e a saúde pública. Devido aos problemas causados pela água de lastro, o presente

estudo teve como finalidade apresentar casos comprovados de invasão de organismos nocivos relatados em diversas partes do mundo e seus impactos ecológicos e econômicos. Além disso, objetivou-se apresentar às iniciativas legais tomadas em âmbito nacional e internacional para combater o problema.

Esta monografia tem por objetivo demonstrar e analisar a poluição marinha causada por meio da água de lastro, em razão do transporte de espécies exóticas invasoras marinhas em todo o globo.

## **2-DESENVOLVIMENTO**

### **2.1- Água de Lastro**

#### **2.1.1- Histórico e Conceito**

O ecossistema marinho vem mudando bruscamente ao longo dos anos. A introdução de espécies animais e vegetais marinhos como resultado das atividades sócio-econômicas do ser humano, seja intencional ou não, é uma atividade secular. Os navios vêm transportando ao longo dos tempos microorganismos vivos incrustados em seu casco muito antes de egípcios e vikings.

As alterações ambientais contínuas, propositais ou acidentais, provocadas pela disseminação causada pelo homem, acarretam uma série de mudanças na disposição das populações originais. São espécies vegetais, animais, organismos e outros grupos introduzidos pelo homem fora de seu ambiente natural. Com isto, muitas destas espécies se tornam invasoras ou predadoras, multiplicando-se a tal maneira que passam a serem problemas nos ambientes invadidos.

Neste contexto, compreendemos espécies exóticas invasoras como, organismos que, introduzidos fora de seu habitat natural, ameaçam ecossistemas e conseqüentemente outras espécies. São tidas como a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta, afetando efetivamente a biodiversidade, a economia e a saúde humana.

O transporte de espécies como animais de estimação e ornamentais, para maricultura, isca e controle biológico e também muito antigo. A construção de canais, diques e comportas formando corredores oceânicos e até mesmo as dragagens vêm permitindo novas introduções. Certamente em outros tempos o maior responsável pela introdução de espécies exóticas era a incrustação dos cascos dos navios, já que naquela época usava-se lastro sólido para compensar as perdas de peso e dar instabilidade à embarcação. Na atualidade a introdução de espécies marinhas exóticas em diferentes ecossistemas, por meio da água do lastro, foi identificada como uma das quatro maiores ameaças aos oceanos do mundo. As outras três são: fontes terrestres de poluição marinha, exploração excessiva dos recursos biológicos do mar e alteração/destruição física do habitat marinho.

De acordo com a definição do Comitê de Proteção ao Meio Ambiente da Organização Marítima Internacional- IMO (MEPC 48/2, 2002), água de lastro é definida sendo “água com material em suspensão carregada a bordo do navio, colocada para controlar trim (inclinação do navio no sentido proa-popa ou é a diferença entre o calado de proa e o calado de ré), adernamento (inclinação do navio no sentido transversal), calado (distância em metros da superfície do mar à quilha do navio, junto ao costado), estabilidade ou tensões de um navio (esforços nas cavernas, longarinas e chapas)”.

Um exemplo são os sacos de areia carregados nos balões de ar quente tradicionais, os quais podem ser jogados fora para diminuir o peso do balão, permitindo que o mesmo suba. No caso dos navios este lastro é a água. O termo água de lastro refere-se, então, à água coletada nas baías, estuários e oceanos, destinada a facilitar a tarefa de carga e descarga. Quando um navio está descarregado, seus tanques recebem água de lastro para manter sua estabilidade, balanço e integridade estrutural. Quando ele é carregado, a água é lançada ao mar.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o lastro é qualquer material usado para manter o equilíbrio de um objeto na água. Pense em um navio de grande porte, como por exemplo, um petroleiro, que pode carregar até setenta mil toneladas de combustível. A diferença de seu peso com e sem petróleo é suficiente para alterar sua linha d'água em vários metros, ou seja, a distância entre a borda do navio e a superfície da água varia tanto que o deixa totalmente instável. Um navio leve demais poderia naufragar em uma tempestade, por exemplo.

Por séculos os navios carregaram lastro sólido, na forma de pedras, areia ou metais. Nos tempos modernos, as embarcações passaram a usar a água como lastro, o que torna bem mais fácil a tarefa de carregar e descarregar um navio, além de ser mais eficiente que o lastro sólido e mais econômico.

Durante seu carregamento, a água do porto de origem é lançada ao mar. Os portos podem receber grandes volumes de água de lastro. Estima-se que só os Estados Unidos recebem anualmente 79 milhões de toneladas de água de lastro advindas de diversas partes do mundo (Ruiz *et al.*, 2000).

Isso se deve ao fato de que o transporte marítimo movimenta mais de 80% das mercadorias do mundo e segundo estimativas da IMO movimenta-se uma enorme quantidade de água de lastro ao redor do planeta: cerca de 10 bilhões de toneladas por ano. A água de lastro é absolutamente indispensável para a segurança e eficiência das operações de navegação modernas, proporcionando equilíbrio e estabilidade aos navios com e sem carga. Contudo, esta prática pode causar sérias ameaças ecológicas, econômicas e à saúde.

### 2.1.2 – Lastramento e Deslastramento

Para lastrar (colocar água de lastro dentro do navio) e deslastrar (tirar água de lastro do navio) seus tanques, os navios dispõem de um complexo sistema de bombas, válvulas, controles e tubulações em seu interior que manejam a água entre os tanques. A (figura 1) mostra um navio deslastrando. Baseando-se no volume de exportações marítimas, estima-se que 40 milhões de toneladas de água de lastro são deslastradas anualmente nos portos brasileiros (Thaís Barbosa, 2004). A água de lastro e os materiais suspensos e contidos nela são colocados nos tanques de um navio com a finalidade de permitir o controle do calado e para manter os deslocamentos dentro das margens seguras para sua estabilidade, navegação e operação.



Figura 1. Navio descarregando água de lastro de seus tanques

Sua captura e o armazenamento dentro dos tanques variam de acordo com cada navio. Nos primórdios os navios utilizavam água de lastro transportada no interior dos porões de carga, ou seja, após o descarregamento do porão de carga, era injetada água do mar dentro do porão para aumentar o seu peso, e conseqüentemente, seu calado.

Porém com o tempo e com o advento das definições de normas de segurança operacional, os navios passaram por modificações de projeto; assim, os porões, que carregavam carga na ida e água de lastro na volta, passaram a ter finalidade única, ou seja, foram definidos porões específicos para transporte de carga e outros para água de lastro.

Entretanto, os procedimentos para lastrar e deslastrar resultam em impactos ambientais que merecem atenção. Isto porque, ao lastrar, o navio bombeia para dentro do casco a água do mar no local onde ele se encontra, acarretando, em conseqüência, a introdução de contaminantes presentes na água do mar (especialmente nos casos de águas poluídas), bem como de organismos marinhos do local.

Ao proceder ao deslastre, no porto de destino, em outra parte do mundo seja ela qual for o navio lança, naquele ambiente marinho, contaminantes e organismos que estavam presentes no porto de origem, os quais representam elementos estranhos e, particularmente no caso de organismos, espécies invasoras, que foram transportadas pelo navio de uma parte do mundo para outra.

Quando um navio está descarregado, seus tanques recebem água de lastro para manter sua estabilidade, balanço e integridade estrutural, e quando o navio é carregado essa água é lançada ao mar.

Portanto, é no sedimento e nos materiais suspensos da água de lastro, que se encontram organismos exóticos, nocivos e patogênicos, cuja introdução por deslastramento no mar, nos estuários ou nos rios, pode ocasionar riscos para a saúde, prejudicar a flora, a vida aquática, a fauna e os recursos vivos, reduzir a diversidade biológica, diminuir as atividades recreativas ou limitar o uso da água do mar ou do rio.

### **2.1.3 - Impactos Causados pela Água de Lastro**

Normalmente os impactos causados pela má administração da água de lastro afetam de uma maneira geral o meio ambiente, a saúde humana e a economia.

Os organismos exóticos existentes podem se adaptar ao novo habitat, iniciando uma competição por comida, habitat e outros recursos, podendo até causar a extinção de uma espécie nativa, ou seja, a introdução de organismos aquáticos e agentes patogênicos de diversas partes do mundo, em habitat fora do seu natural, pode causar desequilíbrio ecológico devido ao fato de esses novos lugares não estarem adaptados para receber esses novos seres. Segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as invasões representam a segunda maior ameaça a biodiversidade marinha.

A introdução de espécies exóticas pode resultar em alterações no ecossistema, desequilibrando o mesmo e em alguns casos pode até resultar em danos irreversíveis. Por vezes poucas medidas são tomadas efetivamente, ao contrário do que acontece com outros tipos de poluição marinha, que é o caso de poluição marinha causada por derramamento de óleo ou por substâncias químicas.

Certos organismos presentes na água podem ser patogênicos e disseminar moléstias onde foram introduzidos. Ou seja, existe risco epidemiológico associado à liberação discriminada da água de lastro e, portanto um trabalho preventivo buscando a redução das conseqüências associadas se faz necessário.

No entanto, o mais provável é a disseminação de microorganismos tóxicos com grande capacidade de reprodução, entrando na cadeia alimentar após serem filtrados por organismos, tais como mexilhões e ostras, que posteriormente são consumidos pelo homem, podendo causar vários problemas a saúde humana, inclusive a paralisia a até mesmo a morte.

Outro problema muito importante a ser pautado, é o impacto econômico causado pelo desequilíbrio do ecossistema, que pode traduzir em prejuízos para as atividades que utilizam recursos vindos do mar. Como essas espécies não possuem predadores nesses novos ambientes, sua reprodução é acelerada e sem limites causando prejuízos às atividades

econômicas como a pesca devido à competição, predação e ao deslocamento da espécie pescada por outra invasora e também por meio de mudanças de habitat causadas pela espécie invasora; redução da economia e eficiência na navegação devido às espécies incrustantes e impactos econômicos secundários a partir de problemas na saúde pública, causados por agentes patogênicos e espécies tóxicas introduzidas. Tais impactos incluem aumento no custo de monitoramento, teste, diagnóstico e tratamento, além de perda de produtividade social devido à doença e até morte de pessoas afetadas.

Não se pode concluir que a bioinvasão somente é causada pelo transporte da água de lastro, porém ela carrega maior parte das espécies, é importante ressaltar que os bioinvasores não se encontram somente dentro dos tanques dos navios, mas também na parte de fora do casco, conforme mostra a Figura 2.



Figura 2. Casco com incrustação

#### **2.1.4- Bioincrustação Marinha**

Bioincrustação é um processo, que ocorre com qualquer estrutura quando em contato com a água, onde exista a presença de microorganismos, é um processo natural, que se inicia imediatamente após a estrutura ser colocada em contato com a água, desenvolvendo-se até o ponto onde se verifica a presença de macroorganismos marinhos como algas, balanídeos e mexilhões. Desta forma, o mar se mostra como sendo o local ideal para que esse processo ocorra.

As incrustações nos costados das embarcações passaram a ser estudadas com mais frequência em decorrência do avanço da tecnologia na área marinha. Deste modo, passou-se a checar como essas incrustações podem afetar a eficiência dos navios.

As incrustações na área submersa do casco resultam em aumento do atrito do casco com a água, assim resultando em perda de velocidade e com isso, há maior consumo de combustível e necessidade de docagens para a limpeza do casco. Por isso foi desenvolvido um sistema anti-incrustante, baseado em tintas anti-incrustantes, para minimizar a fixação dessas incrustações. Esse sistema é feito através da pintura das obras vivas das embarcações e foi desenvolvida ao longo de décadas. Com a utilização desse sistema obtém resultados importantes para a navegação como, por exemplo, a redução do consumo de combustível, redução de gastos com manutenção, redução dos efeitos danosos ao meio ambiente, além de diminuir o desgaste dos motores.

## **2.1.5 - Principais Espécies Exóticas Invasoras**

Até pouco tempo no Brasil, não havia interesse sobre este assunto e conseqüentemente a divulgação dos problemas associados à água de lastro era pequena, até que houve uma invasão de um mexilhão, o mexilhão dourado (cientificamente chamado de *Limnoperna fortunei*), no Rio Grande Sul por volta de 1998, isso chamou a atenção das autoridades brasileiras e da comunidade científica. Atualmente no Brasil já foram identificadas cerca de 30 espécies aquáticas invasoras tendo a água de lastro como vetor e com o constante incremento do tráfego marítimo o problema tende a se agravar, sendo que alguns especialistas consideram alguns casos sendo irreversíveis.

Os principais exemplos das espécies aquáticas invasoras transportadas por meio da água de lastro são o Mexilhão Dourado, exemplo mais conhecido no Brasil, o Mexilhão Zebra, nos Estados Unidos e o Siri no Pacífico, os quais veremos a seguir.

### **2.1.5.1 - Mexilhão dourado (*limnoperna fortunei*)**

No final do ano de 1998, como dito anteriormente, constatou-se no Lago Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul a presença desse pequeno mexilhão de água doce, de

nome científico *Limnoperna fortunei*, popularmente conhecido como mexilhão dourado (figura 3), que se acredita ter sua origem no sudeste asiático, provavelmente nas proximidades da China.

O primeiro registro de invasão desse mexilhão foi em Hong Kong em 1965. Na América do Sul, encontrou-se esta espécie pela primeira vez em 1991, próximo a Buenos Aires.



Figura 3 – Mexilhão Dourado

A invasão silenciosa do mexilhão dourado provoca impactos significativos na economia, uma vez que a reprodução é extremamente rápida, apenas uma fêmea pode deixar milhares de descendentes em pouco tempo, e devido à falta de inimigos naturais formam grandes aglomerados, causando problemas de entupimentos nos sistemas coletores de água, canalizações e refrigeração de indústrias; impedem o funcionamento normal das turbinas da Usina de Itaipu, por exemplo, com custos de quase US\$ 1 milhão a cada dia de paralisação desnecessária do sistema; forçam mudanças nas práticas de pesca de populações tradicionais e prejudicam o sistema de refrigeração de pequenas embarcações, fundindo motores.

#### **2.1.5.2 - Mexilhão Zebra (*dreissena polymorpha*)**

Talvez o caso de bioinvasão mais conhecido no mundo seja o do Mexilhão Zebra (figura 4), molusco bivalve de água doce, com concha com listas pretas ou marrons e brancas, originário do mar Negro e Cáspio. Famoso por ter se disseminado pelos rios da Europa Ocidental no século XIX a partir da China e que hoje é encontrado em abundância na costa

leste dos Estados Unidos e Canadá (figura 5). Pra se ter uma noção da dimensão do problema que esse molusco pode causar, estima-se que os norte americanos gastaram em torno de 750 milhões a 1 bilhão de dólares, entre os anos de 1989 e 2000 para tentar conter os avanços do molusco (SIWI, 2005).

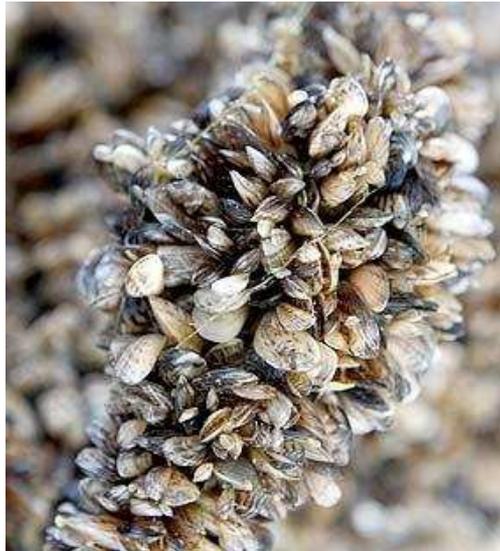


Figura 4- Mexilhão Zebra

O mexilhão zebra se incrusta em qualquer superfície rígida disponível, rochas, pilares ou tubos de arrefecimento de indústrias, cais e em casco de navios, enfraquecendo sua estrutura. Também se adere em animais de movimento lento, como tartarugas e caranguejos. Alastra-se com facilidade em novos ambientes pela capacidade que tem de mudar sua cadeia alimentar, podendo se desenvolver tanto em água doce quanto em salgada. Suas colônias podem atingir até 750.000 indivíduos por m<sup>2</sup>. Por esses motivos tem sido considerado o mais agressivo invasor de água doce do mundo (KARAYAYEV BURLAKOVA & PADILLA, 2002).



Figura 5 - Distribuição do mexilhão zebra em janeiro/2000

### 2.1.5.3 - Siri (*charybdis hellerii*)

Esta espécie tem sua origem nos oceanos Índico e Pacífico, daí vem o seu nome popular “Siri Indico-Pacífico”. É uma espécie exótica para o Brasil tendo como habitat natural Japão, Austrália, Havaí, Filipinas e Oceano Índico em geral, incluindo Mar Vermelho e Mediterrâneo. Sua presença foi verificada no Atlântico Ocidental em Cuba devido à intensificação do comércio entre Israel e Caribe e chegou ao Brasil provavelmente na água de lastro colhida no Caribe.

Na costa brasileira os primeiros registros do siri datam de 1995, ocorrendo em baías e estuários com populações reprodutivamente ativas no Rio Grande do Norte, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina e Paraná.

Seu tempo de reprodução é relativamente curto o que contribui para um rápido crescimento populacional. Por não ter valor comercial e ser altamente fértil e capaz de formar ninhadas rapidamente, pode provocar o desaparecimento de espécies nativas de siri que são comercialmente importantes, prejudicando a atividade pesqueira, além de ser hospedeiro potencial do vírus WSSV (White Spot Syndrome Vírus), que é um vírus que tem causado

prejuízos econômicos significativos na produção de camarão, pois pode causar a morte dos animais. Desde sua primeira aparição em 1992, o impacto econômico na produção mundial aproxima-se de 10 bilhões de dólares (Lissandra Cavalli, 2009).



Figura 6- Siri Índico-Pacífico

## 2.2- Legislações

### 2.2.1 – Medidas adotadas pela sociedade internacional

Em virtude dos problemas decorrentes da bioinvasão marinha, as autoridades mundiais viram a necessidade de aplicar medidas em relação ao tema. Entre algumas das medidas, uma das mais importantes foi a “*Convenção Internacional para o Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios*”. Essa medida foi adotada e aprovada pela Conferência Diplomática Sobre água de Lastro, ocorrida em Londres, na sede da Organização Marítima Internacional (IMO), no período de 09 a 13 de fevereiro de 2004.

A Espanha foi o primeiro país a ratificar a "Convenção de Água de Lastro"; o Brasil foi o segundo, em 25 de janeiro de 2005, passando a mesma a fazer parte de nosso sistema legal, como fonte secundária, a partir do dia 15 de outubro de 2005.

De acordo com a convenção cada navio deve ser certificado e ter a bordo implementado um Plano de Gerenciamento de Água de Lastro, que faz parte da documentação do navio, deve ser aprovado pela administração e conter vários procedimentos, um desses procedimentos diz respeito à segurança do navio e tripulação relacionados ao gerenciamento da Água de Lastro. Outro aspecto importante é identificar os locais dos quais foram coletadas as amostras de água pelo navio, quando for possível e incluir os procedimentos para a coordenação do Gerenciamento de Água de Lastro a bordo, que envolva descarga no mar, com as autoridades do Estado em cujas águas ela ocorrerá.

O navio deve possuir também um Livro Registro da Água de Lastro, onde devem ser registradas as operações. A seguir essas informações serão repassadas para o Formulário para Informações de Água de Lastro (Ballast Water Reporting Form), que deverá ser apresentado ao representante da Autoridade Marítima (no caso do Brasil a DPC) no ato de chegada ao porto. Antes da convenção não era obrigatória a existência desse livro.

Uma das diretrizes da Convenção é a troca da Água de Lastro que deve ser efetuada a pelo menos 200 milhas náuticas da costa e em locais com pelo menos 500 metros de profundidade, considerando os procedimentos determinados nesta norma. Será aceita a troca

de água de lastro por qualquer dos métodos: Seqüencial, Fluxo Contínuo e Diluição, métodos que serão vistos aqui posteriormente.

Outra diretriz que nos casos em que o navio não puder realizar a troca da água de lastro em conformidade com o parágrafo anterior, a troca deverá ser realizada o mais distante possível da costa e em todos os casos, a pelo menos 50 milhas náuticas e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade. Dentre outras.

Embora a IMO tenha sido incumbida de tomar as iniciativas de prevenção e controle da bioinvasão por meio da água de lastro, alguns países têm suas próprias políticas para tratar o problema como, por exemplo, Nova Zelândia, Estados Unidos, Austrália e Canadá.

### **2.2.2 – Medidas adotadas pelo Brasil em relação à água de lastro**

O Brasil também estabeleceu diretrizes para a proteção das águas nacionais, pela NORMAM 20 da DPC (Normas da Autoridade Marítima / Diretoria de Portos e Costas, do Comando da Marinha, para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios), que estabelece como propósitos: Estabelecer requisitos referentes à prevenção da poluição por parte das embarcações em Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) no que tange ao Gerenciamento da Água de Lastro.

A NORMAM se aplica a todos os navios, nacionais ou estrangeiros, que possuem tanques ou porões de água de lastro, os quais utilizam os portos e terminais brasileiros. Todos os procedimentos de gerenciamento da água de lastro e dos sedimentos devem ser eficazes e, ao mesmo tempo, ambientalmente seguros, viáveis, que não gerem custos, nem atrasos desnecessários para o navio e sua carga e muito menos impliquem em riscos para a sua segurança e de seus tripulantes ou para a segurança da navegação.

A contribuição brasileira para a gestão e controle da água de lastro foi além da mera discussão textual, incluindo a proposição de métodos seguros de troca de água de lastro em alto mar. Esses métodos foram desenvolvidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em parceria com a Petrobrás, obtendo resultados excelentes, levando a adoção

desses métodos pela IMO. Cumpre ressaltar, inclusive, que os indicadores microbiológicos fixados na “Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro e Sedimentos de Navios”, correspondem aos que foram propostos pelo Brasil.

No mesmo sentido, há de se ressaltar que a ANVISA juntamente com as Capitânicas dos Portos têm pautado suas ações de fiscalização nas orientações advindas do Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (*GLOBALLAST*). Uma iniciativa da IMO, contando com o apoio dos Estados Membros e da indústria do transporte marítimo.

### **2.2.3 - Programa GLOBALLAST**

Em 1999 foi criado o Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (*GLOBALLAST*) *Global Ballast Water Management Programme*. Este programa tem por objetivo apoiar países em desenvolvimento no trato do problema de água de lastro, no sentido de reduzir a transferência de espécies invasoras, as quais são transportadas pela água de lastro.

Foram selecionadas seis regiões de países em desenvolvimento: Sepetiba- Brasil, Dalian- China, Bombaim- Índia, Ilha Kharg- Irã, Saldanha- África do Sul e Odessa- Ucrânia. Dentre tantas outras 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.

Em 2000, o programa foi iniciado para durar apenas três anos, porém o programa foi prorrogado até dezembro de 2004. Com um orçamento de 10,2 milhões de dólares, sendo 7,39 milhões de dólares do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF) e 2,80 milhões de dólares de um fundo comum entre os seis países participantes.

Cada país, então elaborou seu Plano Nacional que esboçava as atividades a serem desenvolvidas. Os constantes componentes deste plano foram: Comunicação, Educação e Mobilização; Avaliação de Risco da Água de Lastro; Medidas de Gestão de Água de lastro; Levantamento da Biota do Porto; Treinamento; Conformidade, Monitoramento e Efetivação; e Cooperação Regional (Leal Neto, 2007).

Pontos Focais Nacionais e respectivos Assistentes foram estabelecidos em cada um dos seis países participantes, que contaram, ainda, com suporte de uma “Força-Tarefa Nacional”, composta por uma equipe multidisciplinar de especialistas. De modo geral, o Programa foi orientado por uma “Força-Tarefa Global”, que inclui representantes do GEF, do Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD), da IMO, dos seis países participantes, da indústria de transporte marítimo, ONG’s internacionais ligadas ao meio ambiente e outras entidades que puderam vir a contribuir para o Programa de maneira significativa.

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Líder para o Programa GloBallast no Brasil, conduziu a coordenação das visitas desde o estabelecimento de estratégias; seleção das instituições participantes em função do potencial multiplicados do conhecimento adquirido e viabilização do local de treinamento, que foi provido pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), hoje Instituto Nacional de Estudos Ambientais (INEA).

Era importante que fossem estabelecidos o nível e os tipos de risco da introdução associados a espécies marinhas invasoras, os quais um porto em particular, poderia vir a enfrentar. Para isso foi necessário focalizar determinados organismos e avaliar os caminhos e processos requeridos para a sua introdução e estabelecimentos bem sucedidos, bem como identificar os ecossistemas mais sensíveis e potencialmente ameaçados.

O resultado global mostrou que os portos de maior risco foram os que apresentaram maior similaridade ambiental com o porto de Sepetiba. Este resultado também demonstra que qualquer espécie exótica que se estabeleça em algum porto da costa brasileira poderá ser rapidamente dispersada pela navegação de cabotagem. Na categoria de alto risco encontram-se portos principalmente do Mar Mediterrâneo. A maioria dos portos incluídos neste grupo apresenta similaridade ambiental média alta com Sepetiba.

Independente da abordagem adotada pelo Brasil após a Convenção Internacional para o Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios, a avaliação de risco constituiu uma importante ferramenta para auxiliar no sistema de inspeção de navios, componente essencial da Gestão de Água de Lastro.

## **2.3-Gestão da água de lastro e sedimentos**

### **2.3.1 - Medidas específicas e ciclo de gestão da água de lastro e sedimentos**

Para se tratar a água de lastro abordo dos navios deve-se atentar para alguns requisitos básicos como segurança a navegação, praticidade, ser ambientalmente aceitável e ter baixo custo. Tendo em vista que a esterilização total da água de lastro é economicamente inviável e que a não existência de um método capaz de tratá-la com total eficiência no sentido de eliminar o risco de introdução de organismos aquáticos nocivos em outros ecossistemas, faz-se necessária a utilização de medidas específicas para gestão e controle da água de lastro, a fim de reduzir o problema de transporte desses organismos.

Os grandes volumes de água, as altas taxas de fluxo, a diversidade de organismos e o curto tempo de permanência da água nos tanques são fatores, que dificultam o tratamento da água de lastro a bordo dos navios; por isso é feita a troca da água de lastro, que é uma maneira mais simples de descartar esses organismos presentes nos tanques, em águas profundas, uma vez que eles não sobrevivem nessas águas.

De um porto para outro essa troca é obrigatória, porém infelizmente isso não é cumprido integralmente por alguns navios, e o resultado, inevitavelmente, é o crescimento em grande escala da bioinvasão. Até que novas tecnologias surjam para o tratamento da água de lastro, a troca oceânica ainda é a mais viável e a seguir veremos algumas dessas técnicas.

### **2.3.2 - Método Seqüencial**

Neste método ocorre deslastramento total do tanque e subsequente lastramento. Dentre os outros métodos é considerado o mais eficaz para a troca da água de lastro, pois ocorre uma efetiva troca da água de lastro, porém ele necessita de um cuidado extremo por parte da tripulação em relação aos esforços estruturais do navio e também em relação a uma eventual falta de estabilidade, o que pode criar stress excessivo na tripulação.

### 2.3.3 - Método de Transbordamento

Envolve o bombeamento da água oceânica no tanque de lastro e o transbordamento simultâneo da água costeira presente no tanque pelo dolmo no convés (porta de entrada do tanque) ou pelo topo do tanque.

Por não alterar o volume de água de lastro no interior do tanque é de fácil execução pelos tripulantes e não afeta os esforços longitudinais e transversais do navio. Porém neste método 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.



Figura 7- Navio utilizando o método do transbordamento

### 2.3.4 - Método do Fluxo Contínuo

Neste método os tanques são simultaneamente cheios e esgotados, enchendo-os 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.

### 2.3.5 - Método de diluição

Método brasileiro desenvolvido por engenheiros da Petrobras e já reconhecido pela IMO, o método de diluição funciona da seguinte forma: o lastreamento é feito a partir do topo do tanque no convés e, simultaneamente, a descarga dessa água no fundo do tanque, à mesma vazão, de maneira que o nível de água no tanque de lastro seja controlado para ser mantido constante. Assim, 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 (figura 8).

O método de diluição é mais eficaz que o método de transbordamento e mais viável de ser aplicado que o sequencial, pois mantém o nível dos tanques inalterados evitando problemas com estabilidade, e a tripulação no navio não é exposta a risco de contaminação por água no convés. É simples e econômico, se tratando de construção de navio, e prático para armadores e tripulação, além de poder ser usado junto com os métodos de tratamento.



Figura 8-Navio utilizando o método de diluição

## **2.4 – Métodos de tratamento a bordo**

Os métodos utilizados para tratamento da água de lastro são geralmente advindos de outras aplicações industriais, contudo sua aplicação é dificultada por fatores como espaço, custo e eficiência. Esses métodos de tratamento 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. A seguir estão alguns desses métodos.

### **2.4.1 – Filtração**

Método não efetivo para eliminação de organismos pequenos. Também não existem atualmente equipamentos disponíveis para movimentações de enormes volumes de água de lastro como nos navios petroleiros e contêineres, que devido ao fato do grande fluxo de água e ao depósito de matéria orgânica sobre as telas dos filtros dificultam a utilização desse método; além da necessidade de utilização de outras técnicas em conjunto para solucionar problemas com transporte de bactérias e vírus. Há também o problema com a disponibilidade de espaço para os equipamentos e para navios em serviço isso pode ser um problema.

Possui a vantagem de não afetar a estabilidade do navio, independe das condições de tempo. Eficiente também na remoção de grandes organismos marinhos.

### **2.4.2 – Ozonização**

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

### **2.4.3 - Método de Aquecimento**

Apesar de não se ter certeza da temperatura ideal para eliminar todos os microorganismos, o aquecimento da água dos tanques de lastro é interessante no aspecto de não liberar substâncias tóxicas para o meio ambiente, podendo matar organismos indesejáveis, embora não todos, além dos seus estados císticos e larvais. É necessária, em vários casos, a

queima de combustível para aquecer as grandes quantidades de água de lastro, não sendo considerado uma boa solução ambiental. Outro problema também enfrentado por este método é em relação ao espaço adicional necessário na praça de máquinas para instalar o sistema, bem como espaços para tubulações, válvulas e sistema de monitoração.

#### **2.4.4 - Desoxigenação**

Reduzindo o oxigênio da água causamos a morte de vários grupos de animais, como peixes, larvas de invertebrados e bactérias aeróbicas, porém este método é incapaz de eliminar microorganismos e bactérias. Reduzindo o oxigênio da água não só eliminam-se organismos aeróbicos, mas também há benefícios relacionados à corrosão, desde que os níveis de oxigênio sejam mantidos nos níveis corretos.

#### **2.4.5 - 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, estejam 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 parece ser 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.

### **3.0-CONCLUSÃO**

O presente trabalho teve por objetivo mostrar como é complexa a questão da água de lastro e seu gerenciamento não só no Brasil, mas também no mundo. O tamanho de nossa costa, o grande número de portos e a variedade de ecossistemas dificultam uma ação do governo no sentido de criar leis e diretrizes que venham regulamentar as descargas de água de lastro em nossas águas.

As diretrizes da IMO não são uma solução definitiva para o problema, servem como ferramentas de gestão, para minimizar os riscos relacionados com a água de lastro descarregada. Uma vez que a própria IMO reconhece que o problema parece estar longe de uma solução, visto que a invasão continua em ritmo alarmante e em alguns casos, de forma exponencial.

Por isso o monitoramento do ambiente marinho é indispensável no controle e gerenciamento do problema. O Brasil conta com algumas normas inerentes ao tema, muito embora ainda não tenha uma lei específica, pois é um assunto complexo que demanda estudos profundos, e como já dito antes existem outros problemas que dificultam uma ação definitiva nesse sentido.

Todavia cabe ressaltar que um gerenciamento de água de lastro deve contemplar principalmente a questão da conscientização e educação dos agentes envolvidos. Além disso, é necessário treinar as tripulações para que possam adotar medidas de controle para evitar a proliferação de espécies não-nativas pelo mundo.

Apesar de todos os pesares o Brasil vem trabalhando em cima deste assunto. Estabeleceu por exemplo critérios para a proteção das águas nacionais, através da NORMAM 20, da DPC, que busca também minimizar os possíveis impactos causados pela dispersão das espécies exóticas na costa brasileira.

Portanto diante do apresentado, torna-se claro que a solução para este problema requer uma ação conjunta da comunidade marítima internacional no sentido de buscar incessantemente melhorias no gerenciamento da água de lastro, já que o problema é complexo e demanda debates avançados, bem como novas tecnologias de combate, melhores métodos de gerenciamento e controle da água de lastro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTEBRASIL. Notícia. **Justiça dá prazo para Ibama e governo gaúcho iniciarem combate a mexilhão invasor.** Disponível em: <http://www.Ambientebrasil.com.br/noticias/index>. Acesso em: 20 mai 2012.

BARBOSA, Thaís. Artigo. **Transporte. Água de Lastro:** Ameaça à Biodiversidade. Disponível em: <http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=1760>. Acesso em: 23 mai. 2012.

BRASIL. ANVISA. **Publicação.** Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/paf/agua\\_astro3.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/paf/agua_astro3.pdf). Acesso em: 21 jun. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Problema da Água de Lastro.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/lastro/problema.html>. Acesso em: 25 abr. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Lastro dos Navios.** Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acessado em: 25 abr. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água de Lastro.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/aguadelastro/gefproj.htm>. Acesso em: 10 mai. 2012.

BRASIL. Organização Marítima Internacional. **Convenção Internacional sobre Direito do Mar.** Disponível em: <http://www.imo.org/montegobay.htm>. Acesso em: 25 abr. 2012.

BRASIL. **Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos.** Tradução da Resolução A. 868 (20) da Organização Marítima Internacional, DPC, Rio de Janeiro: 1999.

BRASIL. (ANVISA). **Portaria Nº. 52/DPC, de 14 de junho de 2005.** Norma da Autoridade Marítima para o gerenciamento da água de lastro de navios. Diretoria de Portos e Costas (DPC), Marinha do Brasil. Diário Oficial da União Nº 121, Poder Executivo, de 27 de junho de 2005.

CALIXTO, Robson José. **Poluição Marinha:** Origens e Gestão. Brasília: Editora Ambiental, 2000.

KFURI, Leticia. Medida Paliativa. **Portos e Navios**, Rio de Janeiro, n.518, p. 16-23, Março de 2004.

FURNAS. **Mexilhão Dourado.** Disponível em: <http://www.furnas.com.br/arcs/pdf/omexilhaodourado.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2012.

GALLI, Alessandra. **Educação Ambiental como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável.** 1ª ed.(ano 2008), 1ª reimpr. Curitiba: Juruá, 2009.

GIBERTONI, Carla Adriana Comitre. **Teoria e Prática do Direito Marítimo**. Rio de Janeiro: Renovar, 1998.

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). Acesso em: 04 jul. 2012.

Invasões Biológicas Marinha. **Atuações do Programa GLOBALLAST no Brasil**. Disponível em: <http://zoo.bio.ufpr.br/invasores/brasil2.htm>. Acesso em: 05 jul. 2012.

JUNQUEIRA, Andréa de Oliveira Ribeiro. NETO, Alexandre de Carvalho leal. **Avaliação de risco de água de lastro**. Agência Brasileira de Gerenciamento Costeiro. Disponível em: <http://www.agenciacoesteira.org.br/downloads.php>. Acesso em: 06 jul. 2012.

LIMA, Lara. DOSSIÊ. **Espécies Invasoras**. Disponível em: <http://www.Institutohorus.org.br/download/midia/galileu/galileu0803.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2012.

PERINGS, C.; DEHNEN-SCHMUTZ, K; TOUZA, J. & WILLIAMSON, M. **How to manage biological invasions under globalization**. Trends in Ecology & Evolution vol. 20 n°. 5, p. 212-215, 2005.

PORTO DE SANTOS. **Água de Lastro**. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/qualidade/lastro.html>. Acesso em: 04 jun. 2012.

PASSOS, Leonardo Farias. **Diretrizes Internacionais Para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro – Uma Tentativa de Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos**. Brasília, 2007.

RESOLUÇÃO A.868(20). **Diretrizes para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios, para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos**. Disponível em: <http://globallast.imo.org/868%20portuguese.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2012.

SILVA, Ariel Scheffer da. **Água de lastro e as espécies exóticas**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/salgada/index.html&conteudo=./agua/salgada/artigos/aguadelastro.html>. Acessado em: 15 mai. 2012.

TELES, LUIZ JORGE SILVA. **Águas de lastro e sustentabilidade: identificação de áreas para deslastre por geoprocessamento – estudo de caso na Baía de Todos os Santos-Ba**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável – UnB, 2004.

VIANNA, R Cecere; CORRADI, R. de Souza. **Água de Lastro: Problema Ambiental de Direto**. Disponível em: [http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigoId=214](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigoId=214). Acessado em: 12 mai. 2012.

**ANEXO I**