

FACULDADE LABORO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PORTUÁRIA

EULER DELLANO SOUSA ALVES
IVANILCE MONTEIRO RODRIGUES
LUIZ AURI DE BRITO RAMOS
TARCILA COELHO SANTOS

BIOINVASÃO POR ÁGUA DE LASTRO: O uso de biocida sobre o mexilhão
dourado.

São Luís
2016

**EULER DELLANO SOUSA ALVES
IVANILCE MONTEIRO RODRIGUES
LUIZ AURI DE BRITO RAMOS
TARCILA COELHO SANTOS**

**BIOINVASÃO POR ÁGUA DE LASTRO: O uso de biocida sobre o mexilhão
dourado.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Especialização em Gestão Portuária, da
Faculdade Laboro, para obtenção do título de
Especialista em Gestão Portuária.

Orientadora: Prof^a: Ludmila B. Leite

São Luís
2016

EULER DELLANO SOUSA ALVES
IVANILCE MONTEIRO RODRIGUES
LUIZ AURI DE BRITO RAMOS
TARCILA COELHO SANTOS

BIOINVASÃO POR ÁGUA DE LASTRO: O uso de biocida sobre o mexilhão dourado.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Gestão Portuária, da Faculdade Laboro, para obtenção do título de Especialista em Gestão Portuária.

Orientadora: Prof^ª: Ludmila B. Leite

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar realizando este trabalho, que nos abençoou em toda nossa caminhada ao longo destes dois anos. Agradecemos nossa família: Ivaldina Santana Monteiro (mãe) e Denílson Pinto Silva (esposo); Janaine Ramos (esposa); Francisco Ferreira Santos (pai), Diana Maria Coelho Santos (mãe) e Francisco dos Santos Martins Junior (esposo) e por fim, agradecemos aos nossos mestres. Em suma, obrigada a todos.

“Se quer viver uma vida feliz, amarre-se a uma meta, não às pessoas.”

Albert Einstein

RESUMO

Abordagem sobre a dissertação *Controle de larvas Limnoperna Forntunei coletadas em ambiente natural com o uso de agente oxidante clorado* por Adriana Maria Brentano (2014), ressaltando a seguinte problemática: o uso desses biocidas podem vir a prejudicar, de alguma forma, as espécies nativas? Além disso, abordaremos o impacto ambiental que a água de lastro pode trazer para o nosso ecossistema e quais medidas podem ser tomadas a fim de evitar, ou mesmo minimizar esses problemas. Para isso, iremos utilizar como referência bibliográfica artigos científicos, textos e dissertações sobre o tema que possam dar embasamento aos argumentos utilizados. Também iremos discorrer sobre os conceitos no que se refere à água de lastro transportada em navios de carga no porto do Itaqui, localizado na cidade de São Luis, Maranhão.

Palavras-chave: Água de lastro; Impacto ambiental; Mexilhão.

ABSTRACT

This article aims to conduct a literature review on the *Limnoperna Forntunei larvae control dissertation collected in the natural environment with the use of oxidizing chlorinated agent* by Adriana Maria Brentano (2014), highlighting the following issues: the use of these biocides can harm, somehow, the native species? Besides, we will cover the environmental impact of ballast water can bring to our ecosystem and what measures can be taken to avoid or minimize these problems. For this, we will use as bibliographic reference scientific articles, texts and dissertations about this subject that can give foundation to the arguments used. We will also discuss the concepts with regard to the ballast water carried in cargo ships at Itaquí port, located in São Luis, Maranhão.

Key-words: Ballast water; Environmental impact ; Mussel.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DPC – Departamento de Portos e Costas.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

IMO – Organização Marítima Internacional.

NORMAM – Normas da Autoridade Marítima.

PDZ – Plano de Desenvolvimento e Zoneamento dos Portos.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.

CNUDM – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

CALS – Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios.

AJB – Águas Jurisdicionais Brasileiras.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS	13
3.1 Geral	13
3.2 Específicos.....	13
4 METODOLOGIA	14
5 CAPITULOS DA REVISÃO	16
5.1 Água de Lastro: Definição, processos de despejo e normas ambientais	16
5.1.1 Impacto ambiental causado pela invasão de espécies invasoras através do delastramento de água das embarcações no porto do Itaqui/MA.....	20
5.2 A legislação ambiental vigente no Porto do Itaqui	23
5.3 O uso de biocida sobre o <i>Limnoperna Forntunei</i> (mexilhão dourado).....	26
5.3.1 Possíveis soluções para o problema de despejo da água de lastro	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERENCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

No mundo todo, cerca de 80% das mercadorias são transportadas por meios marítimos. É um dos meios de transporte de carga mais utilizados. E com isso são transferidos, a nível internacional, por volta de 10 bilhões de toneladas de água de lastro anualmente, de acordo com os estudos de Carmo (2006). O uso desta se faz extremamente necessário para manter a segurança e eficiência das operações de navegações na atualidade, pois proporciona as embarcações maior estabilidade.

Segundo os dados da Diretoria de Portos e Costas – DPC (2016), nos portos brasileiros, a média anual de visitas é de aproximadamente 40.000 (quarenta mil) navios. Pode-se estimar que, dentro desse período, mais de 30 milhões de toneladas de água de lastro são despejadas em nosso país (SILVA et al, 2004).

Conforme Silva et. al. (2004), atualmente, a segunda maior causa da extinção de espécies nativas é a bioinvasão, ficando atrás apenas da destruição de habitat. E essas invasões são uma das maiores ameaças a integridade dos ecossistemas. No Brasil, os levantamentos de dados sobre a fauna e da flora sempre foram escassos. Por esse motivo, a presença dessas espécies exóticas passa despercebida, até que haja um impacto ecológico acentuado. A falta desses registros para que sejam feitas as devidas comparações e análises sobre essa questão impede uma avaliação objetiva do processo de introdução dessas novas espécies.

A bioinvasão se alastrou rapidamente pelos portos brasileiros e hoje é um problema a ser resolvido. Neste estudo, iremos abordar essa questão no Porto do Itaquí, que está localizado em uma área geograficamente privilegiada, exportando os mais variados tipos de produtos, e isso faz com que a frequência de navios estrangeiros seja intensa o ano todo. Pelo viés econômico, essa grande movimentação contribui positivamente para o desenvolvimento do nosso estado. Porém, isso acontece em detrimento do nosso ecossistema, pois espécies exóticas invasoras se proliferam de modo incontrolável, seja através da água de lastro ou por incrustação.

O não cumprimento das normas da Organização Marítima Internacional (IMO) e das regras da Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA (2003),

assim como a falta de fiscalização na entrada dos navios, são apenas um reflexo do descaso dos órgãos gestores do meio ambiente por esse problema da bioinvasão.

A partir disso, formas de combate a essa invasão de parasitas foram e estão sendo estudadas ao longo dos anos, veremos alguns desses métodos que atualmente são utilizados nos portos, que ofereçam mais segurança ao meio ambiente e as navegações. Dentre esses métodos, abordaremos o uso de biocidas como forma de combate ao *Limnoperna Forntunei*, conhecido como *Mexilhão dourado*, uma das principais espécies invasoras no Porto do Itaquí, localizado no Maranhão.

Para isso, teremos como respaldo a dissertação de Adriana Maria Brentano, intitulada: *Controle de larvas Limnoperna Forntunei coletadas em ambiente natural com o uso de agente oxidante clorado* (2014). A partir dessa tese, veremos se esse método utilizado pode prejudicar as espécies nativas onde o agente oxidante *clorado* é utilizado.

2 JUSTIFICATIVA

A averiguação da eficácia sobre a utilização de biocidas como método para sanar os riscos de impacto ambiental causado pelo despejo da água de lastro nos portos brasileiros é um tema ainda pouco explorado em pesquisas de cunho científico, principalmente em São Luís do Maranhão. Por esse motivo, a escolha desse tema se fez necessária. E sendo assim, questiona-se o seguinte:

o uso do biocida *agente oxidante clorado* podem vir a prejudicar, de alguma forma, as espécies nativas do local onde esse biocida está sendo aplicado? E também abordaremos o impacto ambiental que a água de lastro pode trazer para o nosso ecossistema e quais medidas podem ser tomadas para evitar e/ou minimizar esses danos.

É preciso que haja mais estudos e incentivos às pesquisas sobre esse assunto em particular, principalmente nas regiões portuárias. Pois não se trata apenas de encontrar um método que elimine as espécies invasoras. Devem-se levar em consideração vários aspectos, como a preservação das espécies nativas e a biodiversidade local.

Sendo assim, faremos também uma breve consideração sobre as providências mais eficientes que podem ser tomadas, visando utilizar esses recursos hídricos de uma forma mais sustentável, objetivando acabar, ou ao menos diminuir o risco e o impacto ambiental que essas novas espécies estão causando na biodiversidade maranhense.

3 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar os problemas ambientais ocasionados pelo escoamento da água de lastro no Porto do Itaquí, no que diz respeito ao impacto ambiental, verificando a eficácia do uso do agente oxidante *clorado* como método para a eliminação de espécies invasoras que chegam através do deslastreamento da água em nosso porto.

3.2 Específicos

- a) Averiguar que tipos de impactos ambientais locais podem ser causados pelo despejo indevido da água de lastro;
- b) Descrever os procedimentos realizados na chegada dos navios de carga, com ênfase no processo de despejo da água de lastro;
- c) Identificar e avaliar os sistemas de gerenciamento de água de lastro;
- d) Apresentar sugestões sobre formas ecologicamente mais sustentáveis para o descarte da água de lastro, que não prejudique a biodiversidade e a saúde local.
- e) Discorrer sobre a eficácia do método que utiliza o agente oxidante *clorado* como forma de eliminação das espécies invasoras para evitar ou minimizar os riscos de impacto ambiental causado pela água de lastro;

4 METODOLOGIA

O presente estudo de literatura tem como foco de análise os prejuízos causados pelo despejo indevido da água de lastro no porto do Itaquí e se o uso de biocidas pode ser útil para evitar essa invasão sem afetar as espécies nativas da região. Sobre esse tema, dispomos de pouco material disponível para nossos estudos. Contudo, teremos como base a dissertação *Controle de larvas Limnoperna Fortunei coletadas em ambiente natural com o uso de agente oxidante clorado* por Adriana Maria Brentano (2014). Iremos relatar brevemente os resultados das experiências feitas por Brentano com o uso do agente oxidante *Cloro Livre* e verificar os mesmos, tendo como foco a eficácia desse biocida no que diz respeito a preservação das espécies nativas e a eliminação das espécies invasoras.

Dentro desse tema, foram utilizados conceitos dos órgãos nacionais e internacionais que regulamentam a utilização da água de lastro, como a Diretoria de Portos e Costas – DPC (2016), assim como as Normas da Organização Marítima Internacional (IMO) por meio da resolução A.868/20; As regras da ANVISA (2003) sobre o despejo e manutenção correta dessa água. As Normas da Autoridade Marítima – NORMAM/20. Informações sobre os portos foram retiradas do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaquí – PDZ (2001) e Portos do Brasil (2010).

Algumas das principais referências utilizadas foram: Dados sobre o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2006); Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar – CNUDM estabelecida em 1982. Informações sobre o descarte de água de lastro nos portos brasileiros em *Água De Lastro Brasil* (2009). Também foi utilizado o trabalho de alguns autores que discorreram sobre essa temática, como Marcela Chauviere Carmo (2006); livro *Biologia da Conservação* de Primack e Rodrigues (2002). Silva entre outros autores no artigo *Água De Lastro E Bioinvasão* 2004. Wellington Nogueira Camacho em *Aspectos Jurídicos acerca da poluição causada por água de lastro* da Revista de Direito Ambiental de 2007. Gláucio

Roberto Guimarães no trabalho *O direito ambiental e a poluição provocada pela água de lastro* de 2009.

A referida análise contemplou o período do ano de 2014, referente a data de publicação do trabalho analisado. Como se pode observar nas referências utilizadas, há uma deficiência de material mais atualizado para a referida análise. Sendo assim, buscamos as fontes mais recentes possíveis que tiveram ao nosso alcance para usarmos como base da revisão de literatura.

Na coleta de dados, começaremos com as questões referentes ao conceito de água de lastro, seguido pelo Processo de despejo da água de lastro, assim como as Normas ambientais sobre o descarte de água de lastro, tanto as brasileiras quanto as internacionais. Em seguida faremos o relato do Impacto ambiental causado pela invasão de espécies invasoras através do delastramento de água das embarcações no porto do Itaqui MA, identificando as doenças comprovadamente causadas pela água de lastro nessa região.

Após isso, vamos discorrer sobre a utilização do agente oxidante clorado como forma de eliminação das espécies invasoras, nos atendo a seguinte questão; o uso desse biocida pode alterar a biodiversidade nativa? E por fim, apresentaremos sugestões sobre formas ecologicamente mais sustentáveis para o descarte da água de lastro, que não prejudique a biodiversidade e a saúde local.

5 CAPÍTULOS DA REVISÃO

5.1 Água de Lastro: Definição, processos de despejo e normas ambientais

Com a predominância do transporte marítimo para a exportação e importação de cargas, houve um grande desenvolvimento do comércio internacional de mercadorias. A frota mundial de embarcações atualmente já ultrapassa a marca de 100.000 mil unidades em operação. Esses navios deslocam-se entre os milhares de portos em todo o mundo, e com isso há uma estimativa de que pode chegar a 10 bilhões de metros cúbicos anuais o volume de água movimentada entre os portos de descarga, quando efetuam o enchimento dos tanques de lastros e os de carga, onde os mesmos são esvaziados.

O lastro tem por objetivo aumentar ou diminuir o calado do navio durante a navegação para garantir sua segurança dos navios durante as operações portuárias. É importante para facilitar os processos de manobra e estabilidade dos navios durante a navegação, quando estão descarregados. Além disso, o lastro é necessário para garantir o balanço do esforço estrutural no casco quando a carga é removida e submergir o casco suficientemente para que o leme e o hélice operem de forma eficiente e segura. (PEREIRA; BRINATI; BOTTER, 2011, p.01).

Entretanto, essa água contém vários tipos de organismos oriundos desse local. Em seguida esse navio deverá atracar em algum outro porto, e o despejo da água de lastro será necessário, inserindo assim novas formas de vida que muito provável irão se adaptar e desenvolver nesse novo ambiente, estabelecendo o problema da bioinvasão:

Existem milhares de espécies marinhas que são suscetíveis de transporte. Estas são carregadas junto com a água de lastro dos navios. Qualquer organismo pequeno é um problema, já que pode passar através das entradas da água de lastro e bombas, incluindo assim bactérias e outros micróbios, pequenos invertebrados, ovos, cistos e larvas de diversas espécies. (SILVA, 2004, p.03).

Sendo assim, podemos dizer que a água de lastro serve para manter a estabilidade de um navio que está descarregado ou apenas com parte da sua

capacidade de carga. Os tanques das embarcações são preenchidos com água, para manter melhores condições para flutuar e manobrar. Normalmente, a água usada como lastro é capturada em oceanos, estuários e baías, com objetivo de proporcionar mais facilidade aos procedimentos de carga e descarga.

Se por um lado, essa água é muito útil para tornar mais segura a navegação marítima, por outro lado, estima-se que de 5 a 10 mil espécies diferentes de micro-organismos, além de sedimentos, animais e plantas marinhas, são transportadas nos tanques de água de lastro de um ponto a outro do planeta, representando diversas ameaças. Uma vez despejados em ambientes diferentes de seus habitat naturais, podem transformar-se em bioinvasores nocivos a estes novos ambientes, gerando impactos prejudiciais ao meio ambiente, riscos à saúde pública, e perdas econômicas à região invadida. Inúmeros casos de bioinvasão foram registrados em várias partes do mundo, casos de espécies invasoras, como exemplo o mexilhão zebra nos Estados Unidos em 1986 (PEREIRA; BRINATI; BOTTER, 2011, p.04).

De acordo com os estudos de Zanella (2010), no Brasil, o transporte do comércio de importação e exportação atinge o percentual de 98%. Conseqüentemente aumentando assim a transferência de água de lastro. Estima-se que cerca de 3.000 espécies (entre animais e plantas) sejam transportadas em todo o mundo, em apenas um dia. A partir desses dados podemos inferir sobre a dimensão dessa problemática do impacto ambiental, a nível mundial. Porém iremos nos ater a essa questão em nosso país, mais especificamente no porto do Itaqui em São Luís do Maranhão.

Diante dos riscos representados pela dispersão de espécies exóticas através dos navios utilizados no comércio internacional, Pereira (2012) diz que a Organização Marítima Internacional – IMO (2016), principal entidade internacional na regulação da navegação mundial desde 1973, tem demonstrado preocupações com o problema decorrente da água de lastro. A partir disso, em 1997 foi estabelecida a resolução A.868/20, um conjunto procedimentos operacionais que os comandantes dos navios devem tomar durante as viagens entre os portos de descarga e os de carregamentos, enquanto não são descobertos métodos mais eficazes para resolver o problema da bioinvasão através da água de lastro.

A Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios de 2004 – CALS (2004) foi assinada e ratificada

pelo Brasil, respectivamente, em 2005 e 2010, pela Norma da Autoridade Marítima para Gerenciamento da Água de Lastro de Navios - NORMAM-20/DPC, Órgão do Ministério da Marinha, válida para as embarcações que operarem em Águas Jurisdicionais Brasileiras – AJB. Essa norma definiu os planos e responsabilidades dos navios em relação ao controle e gerenciamento de sua água de lastro e sedimentos através de normas e procedimentos. Nesse caso foi estabelecido o método chamado *Troca Oceânica*, onde a água de lastro captada na área portuária deverá ser trocada em alto mar, no mínimo a 200 milhas náuticas da costa e 200 metros de profundidade (PEREIRA, 2012).

A Troca Oceânica da água de lastro oferece, atualmente, uma forma de abrandar os riscos de transferência de espécies aquáticas por meio da água utilizada como lastro. Em seguida veremos os três métodos para realizar a troca da água de lastro no mar:

a) *Método Sequencial* – é o mais simples de troca oceânica, onde os tanques de lastro são esgotados e cheios novamente com água oceânica, conseguindo trocar aproximadamente 95% da água contida nos tanques de lastro, com isso não elimina totalmente o risco de contaminação com a água remanescente; (SILVA et al. – 2004);

b) *Método do Fluxo Contínuo* - os tanques de lastro são simultaneamente cheios e esgotados, por meio do bombeamento de água oceânica numa quantidade três vezes maior que o volume existente nos tanques de lastro; (DPC n-52; NORMAM/20, 2005);

c) *Método de Diluição Brasileiro* – concebido pela Petrobrás, onde o carregamento de Água de Lastro ocorre através do topo do tanque e, simultaneamente, a descarga da mesma pelo fundo do tanque, à mesma vazão, de tal forma que o nível de água no tanque de lastro seja controlado para ser mantido constante; (MAURO et al., 2002).

Além desses métodos, Pereira (2012) também cita o *Método do Transbordamento*, onde os tanques de lastros são descarregados pela parte superior dos mesmos, visando uma melhor estabilidade da embarcação, mas não garantindo a eliminação de 100% das espécies e organismos existentes na água de lastro.

Segundo as Normas da Autoridade Marítima – NORMAM/20, as embarcações precisam ter a bordo um Plano de Gerenciamento de Água de Lastro

com a finalidade de prover procedimentos seguros e eficientes, sendo exclusivo para cada navio. Tem como principal característica documentar todas as informações referentes às ações empreendidas pelo navio com a água de lastro, as trocas, a não liberação, o volume e os tratamentos a bordo, se houver (DPC, 2016).

Com base nessas informações, Guimarães (2009) avalia que de acordo com as diretrizes da Organização Marítima Internacional (IMO), os portos deverão iniciar esses Planos de Gestão de Água de Lastro, que devem contemplar as exigências e ações a serem cumpridas pelas embarcações que entrarem nos portos e também devem conter dados sobre o porto, como informações biológicas básicas da área portuária e avaliação de risco da água de lastro, assim como medidas de emergências. Todas essas medidas deverão ser descritas no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ (2001).

A bioinvasão marinha traz consequências bastante alarmantes e necessitam ser reduzidas. Segundo Camacho (2007), no Brasil, cabe à Autoridade Marinha agir na prevenção da poluição causada pela água de lastro, fiscalizando as navegações. A Marinha trabalha de modo a estabelecer requisitos para prevenção da poluição e bioinvasão, elaborando regras para realizar a gestão da água de lastro. Sendo assim, cabe a eles atender ao princípio da prevenção, que é um dos grandes apoios do Direito Ambiental. Esse princípio estabelece que medidas precisam ser tomadas de forma preventiva, para assim evitar maiores danos.

Há poucos relatos referentes a esses planos de gestão de água de lastro nos portos brasileiros. Isso pode ser diretamente ligado à falta de políticas públicas que possam regulamentar e fiscalizar esse aspecto do setor portuário. E também falta o reconhecimento, por parte das autoridades competentes, dos problemas sérios resultantes da bioinvasão pela água de lastro (CARMO, 2006).

5.1.1 Impacto ambiental causado pela invasão de espécies invasoras através do delastamento de água das embarcações no porto do Itaqui/MA.

O porto do Itaqui está localizado no noroeste da Ilha do Maranhão. A área portuária está a 11 quilômetros do centro da cidade e está classificado como um dos mais extensos do litoral brasileiro. Diversos navios aportam por aqui anualmente, estimulando a exportação e importação de diversos tipos de produtos que aquecem o comércio e a nossa economia, contribuindo para o desenvolvimento do nosso estado. O canal de acesso possui características que o qualifica como o segundo porto de maior calado do mundo, com uma profundidade mínima de 27 metros e largura aproximada de 1.8 quilômetros, de acordo com o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui – PDZ (2001).

Alguns poucos portos possuem em seu PDZ informações que mostram a preocupação com esse tipo de invasão ambiental. A exemplo, o porto de Santos possui metas a curto e longo prazo, em que constam o diagnóstico da amplitude da presença das espécies exóticas vindas através da água de lastro (PDZ – Porto de Santos, 2006). Sobre a questão da bioinvasão, Rodrigues e Primack destacam:

A grande maioria das espécies exóticas não se estabelece, já que o novo ambiente geralmente não é adequado às suas necessidades. Uma grande porcentagem consegue se instalar e muitas conseguem crescer, se tornar abundantes e até dominantes, à custa dos recursos das espécies nativas, podendo levar ao deslocamento ou até a extinção de algumas espécies locais, principalmente quando se trata de introdução de animais predadores ou que possam desenvolver essa relação com as espécies nativas. (RODRIGUES; PRIMACK, p. 82, 2002).

Disso, podemos entender que grande parte das espécies exóticas que são introduzidas em um novo ambiente através da água de lastro não se desenvolvem, pois não conseguem se adaptar às condições de um novo lugar. Contudo, algumas espécies conseguem desenvolver essa adaptação e dependendo do local, crescem em demasia, num ambiente onde não há um predador natural para manter o controle da biodiversidade. Além disso, essas novas espécies podem

eliminar as espécies nativas, levando-as a extinção, causando assim um forte impacto ambiental.

Temos conhecimento de que as condições ambientais do local de despejo da água de lastro e sedimentos podem levar diversos organismos a colonizar este ambiente, gerando impactos ambientais que antes eram inexistentes. Sobre isso, conforme os estudos de Carmo (2006), essas invasões de espécies exóticas, como por exemplo, a do Mexilhão Dourado não só altera a estruturação das espécies nos ecossistemas, também alteram os ciclos ecológicos, como também causam prejuízos às comunidades que vivem do setor de pesca na região. Além disso, há o risco de doenças causadas por bactérias, como a *Vibrio Choleare* e a *Salmonella* também podem ser transmitidas pela água de lastro dos navios, doenças estas que se não forem bem tratadas, podem levar à morte.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2006), as principais espécies invasoras no Brasil, transportadas através da água de lastro são: Siri (*Charybdis Hellerii*), Vibrião colérico (*Vibrio Cholerae*), *Salmonella* spp e o Mexilhão Dourado (*Limnoperna Fortunei*). Todavia, nesse estudo iremos nos ater a espécie invasora Mexilhão Dourado (*Limnoperna Fortunei*) no Porto do Itaquí.

Segundo Filippo (2003) um organismo enfrenta dificuldades para se estabelecer em um novo ambiente. Dessa forma, para que uma espécie seja considerada invasora, cinco etapas precisam ser atingidas: transporte, liberação, estabelecimento, dispersão e impacto. As três primeiras são limites estabelecidos pelas barreiras naturais que determinam a distribuição dos organismos e as caracterizam como uma espécie não nativa. Quando as cinco etapas são ultrapassadas, a espécie em questão pode ser classificada como invasora. No entanto, segundo Darrigran (2002) quatro características foram cruciais para classificar o *Limnoperna fortunei* como uma espécie invasora: amadurecimento sexual precoce, alta fecundidade, larga tolerância ambiental, falta de predadores e parasitas.

O *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1758), é um bivalve (mexilhão de duas conchas) popularmente conhecido por *Mexilhão Dourado* por conta da sua coloração dourada. Contudo, algumas espécies podem apresentar uma coloração mais escura. Essa espécie de mexilhão é natural das águas doce do sudeste da Ásia, incluindo China, Tailândia, Coreia, Laos, Camboja, Vietnã e Indonésia (RICCIARDI, 1998). É predominantemente encontrado em ambientes como córregos, rios e lagos, em

diversos tipos de superfícies, fixando-se através do *bisso*, um feixe de filamentos pelos quais os moluscos se fixam. É encontrado em grande densidade nos reservatórios artificiais em profundidades, variando desde poucos centímetros até muitos metros.

A invasão do mexilhão dourado em outros ambientes ocorreu através do transporte marítimo, água de lastro de navios. Primeiramente, para Hong Kong (MORTON, 1975), Japão (MAGARA et al., 2001) e recentemente se espalhando na América do Sul, sendo encontrado na Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil (DARRIGRAN, 2002). No Brasil, o mexilhão deu início a sua invasão a partir de dois locais distintos e provavelmente de duas formas diferentes. Ambas pelo transporte marítimo, incrustado nos cascos das embarcações e também por água de lastro. Inicialmente, esses primeiros registros foram realizados por Oliveira e Barros (2003) em 1998 no Rio Paraná (MS).

A bioinvasão dessa espécie causam diversos prejuízos econômicos, através da sua colonização, aglomeração e incrustações em embarcações, instalações industriais, entre outros. Assim como causa danos para as hidroelétricas por causa do desenvolvimento demasiado desse mexilhão em represas e lagos.

O *Limnoperna fortunei* causa a diminuição da passagem de água através da incrustação, diminuindo a velocidade e o volume, criando fluxo turbulento e entupimento de tubulações e sistemas coletores de água, oclusão de bombas, filtros e sistemas de refrigeração. Também ocorre o acúmulo de conchas vazias e contaminação da água com organismos mortos (DARRIGRAN, 2002). Além disso, essa incrustação gerada pelo mexilhão dourado aumenta o peso de estruturas flutuantes, aumenta os custos de navegação e, como mencionado antes, interfere nas comunidades de organismos nativos.

Segundo os estudos de Ricciardi (1998) essa espécie de mexilhão pode causar gosto e odor na água. Todavia, nenhuma referência sobre a possibilidade do mesmo possuir um caráter tóxico foi realizada. Cabe ressaltar que, no geral, moluscos não atribuem toxidez à água. No caso do mexilhão dourado, devido a sua característica filtrante, o mesmo pode até mesmo remover substâncias tóxicas e acumular as mesmas em seus tecidos, entre elas metais pesados, agrotóxicos e toxinas presentes na água. O que causaria problemas apenas em caso de ingestão de grande quantidade destes organismos.

5.2 A legislação ambiental vigente no Porto do Itaqui

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ foi desenvolvido com a finalidade de dividir as áreas operacionais dos terminais, de acordo com a natureza da mercadoria. E para a sua criação, contou com várias entidades e órgãos públicos relacionados à área, como governos municipais e estaduais, associações comerciais, universidades e especialistas no tema entre outros dos quais foram coletadas sugestões para o projeto (PORTOS DO BRASIL, 2010)

Com relação a aspecto ambiental, o PDZ conta com a legislação e normas que a administração portuária julga ser de importância. O plano do Porto do Itaqui, datado de julho de 2001, destacamos as seguintes normas:

- Decreto nº 7.921, de 10 de Novembro de 1980. Regulamenta a lei 4.154 de 11 de Janeiro de 1980 que disciplina a política Estadual de Controle e Preservação do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Estado do Maranhão.
- Decreto Lei 1413, de 14 de Agosto de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do Meio Ambiente provocada por atividades industriais;
- Lei Estadual nº 5405, de 08.04.92 (DOU 077/92, de 22.04.92) – Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão;
- Lei Federal nº 6938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre política nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, alterada pela Lei 7804/89 e pela Lei 8028/90, regulamentada pelo Dec. 99274/90;
- Portaria Federal nº 053, de 01.03.79 (MINTER) – Dispõe sobre resíduos sólidos (tratamento, disposição etc.);

- Resolução CONAMA nº 237/97. Estabelece padrões, critérios, responsabilidades sobre o licenciamento ambiental;
- Lei 9605, de 13.02.98. Lei de Crimes e Infrações Administrativas contra o Meio Ambiente;
- Lei nº 9.966, de 28 de Abril de 2000. Dispõe sobre a preservação, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.

Como podemos observar, no que se refere à preservação da biodiversidade e do meio ambiente, o PDZ do Porto do Itaqui não faz nenhuma referência a introdução de espécies novas, ou mesmo gestão, controle e fiscalização do descarte da água de lastro. Desse modo fica evidente a falta de comprometimento e conhecimento das autoridades portuárias sobre essa questão tão importante e urgente. Não considerar a introdução de novas espécies como um risco ambiental pode ser visto como uma falta grave, que acarretará problemas a médio e longo prazo na biodiversidade local.

Um estudo realizado pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2003) apresenta os resultados de noventa e nove amostras de água de lastro de navios em nove portos no Brasil. Verificou-se que 62% dos navios cujos comandantes alegaram ter feito a substituição da água de lastro em área oceânica, de acordo com as normas da Organização Marítima Internacional (IMO), não o fizeram, ou fizeram de modo parcial.

Segundo os dados analisados por Cutrim (2010), há uma preocupação se o capitão do navio cumpriu ou não a legislação vigente do porto, a NORMAM/20 e as recomendações da Organização Marítima Internacional (IMO), estabelecendo que o deslastro deve ser feito em alto mar. Isso porque realizar esse procedimento em alto mar torna-se perigoso, pois pode levar a embarcação a um desequilíbrio, podendo chegar ao ponto de quebrar-se ao meio. Por esse motivo, muitos comandantes não cumprem esta orientação de substituir a água de lastro em área oceânica.

Diante da problemática da bioinvasão, sabemos que o despejo da água de lastro não deve ser feito no porto. Entretanto no Porto do Itaqui isso acontece com frequência. Isso porque em nosso estado, o porto não tem histórico de importação seguida de exportação. Em sua totalidade, o Maranhão apenas exporta.

Nesse caso, os navios que chegam ao Porto do Itaqui, em sua maioria, estão vazios, sem carga (CUTRIM, 2010).

Ainda de acordo com esse autor, o navio que chega ao Porto vai despejando a água de lastro a medida que vai sendo preenchido com a carga. Assim, essa característica econômica do Maranhão incide em um grande problema para o ecossistema marinho local, pois a fiscalização é bastante precária e os navios que chegam aqui são próprios para receber carga de minérios e grãos, despejando a sua água de lastro, que geralmente não foi trocada em alto mar, e sim diretamente no porto.

A IMO, instituição responsável pela gestão e controle do transporte marítimo no mundo, recomenda que a troca oceânica da água de lastro, venha a ser, até o momento, o único procedimento atualmente disponível para reduzir o risco epidemiológico e ambiental dos deslastramentos. Dito isso, podemos verificar que o controle da introdução de espécies exóticas por água de lastro no Porto do Itaqui ainda é bastante deficiente, praticamente inexistente. Deveria haver mais divulgação do tema, e isso geraria debates, discussões e conscientização por parte do setor administrativo do porto, para que possam levar em consideração esses riscos ecológicos e impactos ambientais.

5.3 O uso de biocida sobre o *Limnoperna Fortunei* (mexilhão dourado)

Para combater as espécies invasoras, Filippo (2003) relata que os métodos químicos são os comumente utilizados. No entanto, quando utilizados diretamente no meio ambiente, estes métodos podem causar impactos ambientais ainda maiores se levarmos em conta o fato deles serem letais tanto à praga quanto às espécies nativas. Dessa forma é essencial uma avaliação preventiva antes da aplicação dos mais variados métodos químicos.

No geral, os impactos ambientais provenientes da aplicação de métodos físicos são resultantes da mortalidade de espécies nativas, uma vez que estes métodos não são capazes de selecionar os indivíduos que mata. Essa mortandade tem por consequência a liberação de matéria orgânica morta ao ecossistema aquático, o que altera de forma significativa sua composição.

De acordo com a dissertação de Brentano (2014), os resultados obtidos na eliminação das larvas do mexilhão dourado foram bem sucedidos, indicando que essas larvas são sensíveis ao Cloro Livre. O agente clorado utilizado, mesmo em pouco tempo de exposição, causou uma grande mortalidade do mexilhão. O efeito dessa mortalidade está diretamente ligado ao nível de concentração de Cloro Livre, tempo de exposição e tempo de pós-exposição.

Entretanto, em meio aos resultados e as considerações finais, Brentano (2014) não adentrou especificamente a questão se o uso desse clorado afeta diretamente as espécies nativas da nossa biodiversidade marinha. A autora relatou que todas as concentrações de Cloro Livre estão de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 e da Portaria 2914 do Ministério da Saúde. A partir disso, podemos inferir que esses órgãos regulamentadores possuem controles e fiscalização, que trazem um respaldo ao

meio ambiente e por consequência a população. Então podemos considerar esse método utilizado na tese de Brentano, de acordo com os resultados obtidos, eficientes contra a bioinvasão do *Limnoperna Forntunei*.

Referente aos métodos químicos, Filippo (2003) explana que os impactos ambientais resultantes são os mesmo levantados para os métodos físicos, com o agravante de haver neste último caso a adição de substâncias nocivas à água. No que diz respeito aos sistemas de tratamento e abastecimento de água, deve-se levar em consideração questões de saúde pública, buscando encontrar um método de controle que resolva de forma satisfatória os problemas de incrustações de forma a não causar danos à saúde da população que consumirá a água.

Diante da questão exposta, no que tange os impactos do tratamento de água de lastro, espera-se que os métodos mencionados, para diminuir a intensidade da contaminação causada pela água de lastro, possam reduzir ou interromper a introdução de espécies invasoras, restringindo os impactos das espécies invasoras já existentes (como o mexilhão dourado), através de um monitoramento efetivo e com a aplicação da legislação, produzindo respostas efetivas nos âmbitos internacional, regional e local.

5.3.1 Possíveis soluções para o problema de despejo da água de lastro

Do que se depreende dos estudos de Guimarães (2009), devem ser feitos esforços a fim de tornar mínimo e se possível eliminar as consequências negativas provenientes da água de lastro. Em vista disso, o autor organizou três propostas de soluções que podem ser postos em prática, para atuar de forma coerente entre si.

Primeiramente o autor aborda a questão da *Solução Técnica*. Neste caso, o foco será direcionado aos métodos de captação e despejo da água de lastro das embarcações. O objetivo está em definir o procedimento mais seguro para realização dessa operação, em concordância com o tipo de embarcação envolvida e os recursos disponíveis. Essa definição de solução técnica a ser aplicada tem sua importância porque, como dito anteriormente, os comandantes das embarcações nem sempre realizam a troca da água de lastro em águas profundas, alegando que não podem pôr em risco a tripulação e a embarcação.

Seguindo essa diretriz, podem ser implementadas *Soluções Educativas* nos portos, programas informativos, palestras, cursos, focando como público alvo os funcionários dos portos, tripulação dos navios, ONGs, universidades, escolas, entre outros. Essa espécie de treinamento tem como âmago a formação de cidadãos mais conscientes da desse conjunto de problemas causadas pela água de lastro. Com base nessas informações, o comandante do navio juntamente com a tripulação, terá conhecimento sobre essas questões ambientais e os perigos envolvidos, quando não é dada a devida atenção aos procedimentos determinados sobre o escoamento e a captação da água de lastro da embarcação.

Alem disso, de pose desse conhecimento, a população em geral poderá ter uma noção do impacto causado pela deslastreamento de água nos portos e poderão formar opinião referente às questões ambientais e assim poder tomar

partido, agindo de forma ativa nas discussões que procuram soluções as ameaças ambientais.

A terceira proposta seria relacionada a *Soluções Jurídicas*, se utilizando de mecanismos jurídicos e regulatórios a respeito do tema. É preciso um conjunto de regras e instruções para que seja verificado, de forma bem clara, os procedimentos a serem adotados pelas partes envolvidas.

Tendo como base a Constituição Federal, foi encontrada uma legislação que pode ser direcionada ao tema, ressaltando a importância das Normas da Autoridade Marítima - NORMAM/20, como propósito de estabelecer as normas que abrangem o gerenciamento da água de lastro dos navios. Contudo, para que essa medida realmente funcione, a participação dos estados e portos em seguir e reforçar essa legislação nacional se faz extremamente necessária. O acrescentamento de normas e resoluções em nível local também tem suma importância na concepção de um plano de gestão eficiente relacionada à água de lastro.

Dito isto, Guimarães (2009) conclui que, ao analisar essas medidas, abrangendo os setores técnicos, educativos e jurídicos, podemos compreender que as mesmas seriam uma contribuição fundamental no sentido de diminuir ou extinguir a questão da dispersão de espécies invasoras e também de micro-organismos transmissores de doenças. Consequências causadas pelo escoamento indevido da água de lastro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da água de lastro e sua ameaça é uma questão recorrente, que vem ganhando destaque nas últimas décadas. Com base nas pesquisas realizadas e na revisão de literatura sobre o tema, podemos inferir que, de um modo geral, o remanejamento da água de lastro no Brasil ainda precisa de muitas melhorias, no que diz respeito aos métodos e a fiscalização.

Dentre os métodos disponíveis atualmente, a troca oceânica seria um dos mais viáveis, como uma forma efetiva de controle dos riscos de invasão. Entretanto, não é uma garantia de que a ameaça de bioinvasão de espécies exóticas ao meio ambiente esteja completamente descartada. Deste modo, os regulamentos da Organização Marítima Internacional e da NORMAM-20/DPC definiram os requisitos para que a troca oceânica seja feita de forma segura, devidamente observada pelos envolvidos nas movimentações da água de lastro através dos navios.

Sobre esses procedimentos realizados no complexo portuário de São Luís/ MA, o controle feito atualmente ainda não atende todos os requisitos básicos das legislações. A fiscalização desses procedimentos precisa ser reforçada. Do modo como está sendo feito, não elimina os riscos de danos ambientais. Também vimos que o principal impacto ambiental é referente a bioinvasão do Mexilhão Dourado *Limnoperna Fortunei*. Essa invasão ocorreu praticamente em todos os portos brasileiros, trazendo diversos prejuízos econômicos e ambientais, conforme estudos. Sendo assim, métodos para a eliminação desse mexilhão foram estudados e aplicados.

A base de nossas pesquisas teve foco na tese de Brentano sobre a aplicação do Cloro Livre como método de eliminação dessa espécie. E de acordo com a análise feita, esse método mostrou-se eficiente no combate ao *Limnoperna*

Fortunei. Dessa forma, esse método demonstra ter um grande potencial para ser aplicado na área do terminal do Porto do Itaquí, aliado a uma equipe de monitoramento com o objetivo de combater imediatamente qualquer tipo de contaminação por sedimentos ou micro-organismos invasores na região.

Com a realização desse estudo, assim como outros da área, esperamos que haja uma maior visibilidade a esta questão de natureza ambiental, extremamente importante para a preservação do meio ambiente, da biodiversidade e das práticas portuárias de forma geral.

REFERENCIAS

AJB - **Regime Jurídico do Mar: A regulação das águas e da plataforma continental do Brasil**. Revista Escola Guerra Naval. Rio de Janeiro, Ed.19, 2013.

ANVISA - **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA**. Brasil – Água de lastro. Projetos GGPAF. 2003. Disponível em:<<http://www.portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 16 de julho de 2016.

BRENTANO. Adriana Maria. Dissertação **Controle de larvas *Limnoperna Fortunei* coletadas em ambiente natural com o uso de agente oxidante clorado**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências Programa de Pós Graduação em Ecologia, 52p. 2014.

CAMACHO, Wellington Nogueira. **Aspectos Jurídicos acerca da poluição causada por água de lastro**. Revista de Direito Ambiental, São Paulo: Editora RT, ano 12, n. 46, p. 191-222. 2007.

CARMO, Marcela Chauviere. **Água de Lastro**: Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, Secretaria de Ciência e Tecnologia, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

CONAMA Nº 357/2005 - **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento**. Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63 - Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009.

CONAMA Nº 237/1997 - **Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente** - Data da legislação: 22/12/1997 - Publicação DOU nº 247, de 22/12/1997, p. 30.841-30.843.

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR (1982). Disponível em: <http://www2.mre.gov.br/dai/m_1530_1995.htm>. Acesso em 19 de julho de 2016.

CUTRIM, Marco Valério Jansen. **O manejo da água de lastro**. Entrevistadores: Themis Adriana Costa Araujo e Ana Carolina Souza Costa. São Luís, 2010.

DARRIGRAN, W. **Distribuição Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) na Bacia do Plata. Região Neotropical**. p. 75-79. 2002. Disponível em: <<http://publicacoesunigranrio.com.br>>. Acesso em: 23 de julho de 2016.

DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS - DPC. **Resolução A 868/20 – IMO**. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/lastro/_arquivos/a86820pt.pdf. Acesso em 30 de julho de 2016.

FILIPPO, R. **Mexilhão dourado nos ecossistemas brasileiros**. SEPRONEWS: Série Meio Ambiente. Ano 01, nº 3, 2003.

GUIMARÃES, Gláucio Roberto. **O direito ambiental e a poluição provocada pela água de lastro**. 2009. Disponível em: <<http://direitoerisco.com.br>>. Acesso em: 15 de julho de 2016.

MAGARA, et al. **Invasão do mexilhão Limnoperna fortunei em instalações de abastecimento de água no Japão**. Jornal de Abastecimento de Água: pesquisa e tecnologia : 2001. Disponível em: <<http://mundosustentavel.com.br>>. Acesso em: 27 de julho de 2016.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-20/DPC**. Revisão 1. Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios, 2005.

MAURO et al. **Gerenciamento e Controle da Água de Lastro e a Responsabilidade Civil dos Operadores do Sistema**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas (PPGDAPP) da Universidade Federal do Amapá/ Macapá. 2002.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Limites da zona costeira** (2006). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro>>. Acesso em: 24 de julho de 2016.

MORTON, B. 1975. **Alguns aspectos da biologia funcional e morfológica da alimentação e digestão do *Limnoperna fortunei* (Dunker) (*Malacologia*)**, p.12:265-281. 1975. Disponível em: <<http://publicacoesunigranrio.com.br>>. Acesso em: 24 de julho de 2016.

OLIVEIRA, M. D. ; BARROS, L. F. **Invasão de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (*Bivalvia, Mytilidae*) do Pantanal no Brasil**. Um estudo sobre invasões biológicas. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ORGANIZAÇÃO ONG ÁGUA DE LASTRO BRASIL. **A Água de Lastro e os seus riscos ambientais**. São Paulo: Associação Água de Lastro Brasil. 2009.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL – IMO. **Convenção Internacional para o Controle e Manejo da Água de Lastro de Navios e Sedimentos**. 13 fev. 2004. Disponível em: <<http://www.imo.org/montegobay.htm>> Acesso em: 25 de julho de 2016.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL – IMO. **Convenção Internacional sobre Direito do Mar**. Disponível em: <<http://www.imo.org/montegobay.htm>> Acesso em: 25 de julho de 2016.

PEREIRA, N. N. **Alternativas de tratamento de água de lastro em portos exportadores de minério de ferro**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Ed rev. São Paulo, 2012.

PEREIRA, N. N.; BRINATI, H. L., BOTTER, R. C. **Uma abordagem sobre água de lastro**. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica – EPUSP, 2011.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO (PDZ). **Porto do Itaquí**. 2001. Disponível em: <www.portosdobrasil.gov.br> Acesso em 20 de julho de 2016.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO (PDZ). **Porto de Santos**. 2006. Disponível em: <www.portosdobrasil.gov.br> Acesso em 20 de julho de 2016.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, PR: Editora Vida, 2002.

RICCIARDI, A. **Expansão global do mexilhão asiático *Limnoperna fortunei*: outra ameaça aos sistemas de água doce**. p. 97-106. 1998. Disponível em: <<http://publicacoesunigranrio.com.br>>. Acesso em: 23 de julho de 2016.

SILVA, J.S.V. et al. **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

ZANELLA, Tiago Vinicius. **Água de Lastro: um Problema Ambiental Global**. Curitiba Editora Juruá, 2010.