

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

LEONARDO TSCHÁ

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE LASTRO DE EMBARCAÇÃO NO
PORTO DE IMBITUBA (SC)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2016

LEONARDO TSCHÁ

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE LASTRO DE EMBARCAÇÃO NO PORTO DE IMBITUBA (SC)

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Bentes Freire

Coorientador: Prof. Dr. André Nagalli

CURITIBA

2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE LASTRO DE EMBARCAÇÃO NO PORTO DE IMBITUBA (SC)

Por

LEONARDO TSCHÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 21 de Novembro de 2016, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Flavio Bentes Freire, Dr.
UTFPR

Prof. Coorientador – André Nagalli, Dr.
UTFPR

Prof. – Fernando Oliveira de Andrade, Dr.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Os caminhos que me trouxeram a este momento foram complexos, sinuosos e por vezes em direções que não pareciam estar me levando ao ponto que gostaria, mas foram nestes caminhos que encontrei pessoas especiais a quem devo muito.

Agradeço primeiramente aos meus pais, Adilson e Luiza, por fornecerem a base da minha educação e cultura, pelo apoio incondicional ao meu desenvolvimento pessoal e acadêmico e amor imensurável.

À minha querida avó, Ivete, que me acolheu em sua casa não só durante a infância, mas também por todos estes anos da graduação, sempre preocupando-se com meu bem-estar, saúde e felicidade, que com muita paciência e carinho cuidou de mim.

Aos meus colegas de curso, em especial Amanda Paulino Chaves, Gabriela Ferreira Costa e Stella Maria Ortega Borsato. Juntos dedicamos muito tempo a elaboração de projetos, preparação para provas e discussões, passamos por momentos difíceis e também de alegrias. Muito obrigado a vocês três.

Agradeço ainda aos meus amigos de graduação sanduíche do programa Ciência sem Fronteiras – China, que participaram de uma fase extremamente importante para meu amadurecimento como pessoa, estavam presentes quando os demais não podiam, descobrindo juntos diferentes pontos de vista e formas de viver.

Registro também minha admiração e gratidão ao professor Flavio Bentes Freire, que aceitou desde o início me orientar neste projeto desafiador. Sua atenção e conhecimento foram fundamentais para que tudo pudesse se desenvolver como planejado.

Aos colegas de laboratório por todo auxílio e disposição durante a fase experimental do projeto, também deixo registrado minha gratidão.

Agradeço aos funcionários da Receita Federal, os senhores José Marcio de Souza Duarte e Paulo Roberto de Siqueira Gil, que foram fundamentais ao garantirem o acesso ao porto de Imbituba, recebendo-me na cidade e acompanhando-me durante toda a fase de coleta de amostras, testes *in loco* e armazenamento.

“Navegadores antigos tinham uma frase gloriosa:

Navegar é preciso; viver não é preciso.

Quero para mim o espírito desta frase, transformada

A forma para a casar com o que eu sou:

Viver não é necessário; o que é necessário é criar.

Não conto gozar a minha vida; nem em gozá-la penso.

Só quero torná-la grande (...)”

(FERNANDO PESSOA)

RESUMO

TSCHÁ, Leonardo. Caracterização da água de lastro de embarcação no Porto de Imbituba (SC). 2016. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Dada a importância do transporte marítimo na economia mundial e nacional e seu papel central no fenômeno da bioinvasão em todo o globo, os estudos a respeito das características da água de lastro, assim como métodos de correção e prevenção de introdução de espécies invasoras em novos ambientes, têm ganhado espaço no cenário acadêmico da preservação ambiental. Neste trabalho foi realizada a caracterização físico-química da água de lastro coletada em embarcação atracada no porto de Imbituba, no litoral sul do estado de Santa Catarina. As amostras foram analisadas *in situ* para os parâmetros: densidade, ferro total, alcalinidade, dureza, bromo, cloro livre e total, pH e temperatura. No laboratório os parâmetros analisados foram: sólidos suspensos, turbidez e transmitância à 254 nm. Os resultados obtidos foram comparados entre si e também com valores obtidos na literatura para água de lastro e de mar estudadas em outras regiões do mundo, debatendo-se no final os riscos e impactos que a água em estudo poderia trazer consigo para o ambiente no qual foi descartada. Verificou-se com os resultados obtidos a proximidade de valores com os outros estudos realizados até o momento, possibilitando a comparação com estes quanto a viabilidade de utilização de alguns métodos de desinfecção (radiação UV, ozonização e tratamento térmico), conforme as características apresentadas pela amostra. Dentre os parâmetros analisados, a dureza destacou-se por inviabilizar os processos de desinfecção encontrados na literatura, devido à precipitação e incrustação de carbonatos e bicarbonatos nos sistemas que poderiam vir a ser instalados nas embarcações. A similaridade das características da água de lastro e do mar indicaram ainda, a possibilidade de sobrevivência de organismos vivos durante o deslocamento da embarcação, não eliminando-se por completo o risco de bioinvasão apenas com a troca da água de lastro em alto mar.

Palavras-chave: Bioinvasão. Desinfecção. Impacto Ambiental. Parâmetros físico químicos.

ABSTRACT

TSCHÁ, Leonardo. Ballast water characterization of a vessel at the Port of Imbituba (SC). 2016. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Given the importance of maritime transport in the world and national economy and its central role in the phenomenon of bioinvasion across the globe, studies on the characteristics of ballast water, as well as methods of correction and prevention of introduction of invasive species in new environments, those studies have gained space in the academic landscape of environmental preservation. This work bases on the physicochemical characterization of the ballast water collected from a vessel in the port of Imbituba, on the southern coast of the state of Santa Catarina. The samples analyzed *in situ* for the following parameters: density, total iron, alkalinity, hardness, bromine, free and total chlorine, pH and temperature. Other parameters analyzed in the laboratory were: suspended solids, turbidity and transmittance at 254 nm. The results obtained were compared with each other and also with some reference values of studies in other regions of the world for ballast water and seawater, discussing in the end the risks and impacts that the water analyzed in this study could bring to the environment which it was discharged. The characterization results were very close to the ones found in the literature noticing the possibility of using some disinfection methods (UV radiation, ozonation and heat treatment). Among the analyzed parameters, we can stress the hardness because it makes the disinfection processes found in the literature unfeasible, due to a precipitation and incrustation of carbonates and bicarbonates in the systems. The similarity of the characteristics of seawater and ballast water indicates the risk of survival of living organisms during the displacement of the vessel, not eliminating completely or risk of bioinvasion only with a ballast water exchange in open seas,

Keywords: Bioinvasion. Disinfection. Environmental Impact. Physicochemical parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posições relativas a bordo	14
Figura 2 - Carga e descarga da água de lastro	15
Figura 3 - Mexilhão Zebra (<i>Dreissena polymorpha</i>)	19
Figura 4 - Caranguejo Verde (<i>Carcinus maenas</i>).....	20
Figura 5 - Estrela do mar do Pacífico (<i>Asterias amurensis</i>)	21
Figura 6 - Incrustação de mexilhão dourado (<i>Limnoperna fortunei</i>)	23
Figura 7 - Localização do Porto de Imbituba	35
Figura 8 - Navio graneleiro Double Pride atracado no porto de Imbituba.....	36
Figura 9 - Ponto de troca da água de lastro do tanque nº 3.....	36
Figura 10 - Membro da tripulação coletando a água de lastro por meio da escotilha de acesso aos tanques.	37
Figura 11 - Medidor de Cloro Multiparâmetro Micro 7 Plus	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da caracterização da água da Baía de Bengala - 2013.....	32
Tabela 2 – Comparação da água de lastro e do mar do Golfo Persa - 2016	32
Tabela 3 – Caracterização físico química da água de lastro em North Queensland, Austrália - 2003	33
Tabela 4 - Resultados	40

LISTA DE SIGLAS

AEMARDF	Associação dos Escoteiros do Mar do Distrito Federal
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
APHA	<i>American Public Health Association</i>
CODEBA	Companhia das Docas do Estado da Bahia
DQO	Demanda Química de Oxigênio
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
ISSG	<i>Invasive Species Specialist Group</i>
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
MEPC	<i>Marine Environment Protection Committee</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NRC	<i>National Research Council</i>
SSC	<i>Species Survival Commission</i>
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 DEFINIÇÃO DE LASTRO.....	14
2.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE LASTRO.....	15
2.3 IMPACTOS CAUSADOS PELA ÁGUA DE LASTRO.....	17
2.3.1 A Bioinvasão no Mundo.....	19
2.3.1.1 Mexilhão zebra.....	19
2.3.1.2 Caranguejo verde.....	20
2.3.1.3 Estrela do mar do Pacífico.....	21
2.3.2 A Bioinvasão no Brasil.....	22
2.3.2.1 Mexilhão dourado.....	22
2.4 GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO.....	23
2.5 TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO.....	25
2.5.1 Térmico.....	26
2.5.2 Filtração.....	27
2.5.3 Radiação Ultravioleta.....	27
2.5.4 Biocidas.....	28
2.5.5 Desoxigenação.....	29
2.5.6 Ultrassom.....	29
2.5.7 Eletricidade.....	30
2.5.8 Tratamento em Terra ou Embarcações Dedicadas.....	31
2.6 ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR E DE LASTRO.....	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	34
3.2 EMBARCAÇÃO ANALISADA.....	35
3.3 AMOSTRAGEM.....	37
3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE LASTRO ANALISADA.....	40
4.2 COMPARAÇÃO DE VALORES COM A LITERATURA.....	40
4.3 IMPACTOS ASSOCIADOS À ÁGUA DE LASTRO IDENTIFICADA.....	43
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45
ANEXO A - SHIP`S PARTICULARS	51
ANEXO B - BALLAST WATER REPORTING FORM	52
ANEXO C - CARGO OPERATIONS CONTROL FORM	54

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 80% do comércio mundial seja realizado através de vias marítimas. Segundo a Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), este valor aumenta para 96% de todas as transações internacionais de mercadorias do Brasil, explicitando a importância do setor portuário e naval para a nação (BRASIL, 2011).

Dada a importância comercial das cargas transportadas pelas embarcações, a engenharia naval desenvolveu diversos sistemas para garantir a segurança da tripulação e a estabilidade de embarcações cada vez maiores. Um dos métodos empregados para manter a estabilidade dos navios é o enchimento de porões e tanques das embarcações com água para controlar o calado (parte submersa do navio), uma vez que a distribuição da carga sobre a embarcação é variável (NRC, 1996). Este processo é chamado de lastreamento (BRASIL, 2007).

A água de lastro é captada nos portos onde é feito o descarregamento do navio e juntamente com esta água, são carregados seres vivos que serão transportados ao porto de destino, causando a bioinvasão (LIMA, 2013).

A bioinvasão acontece quando espécies são levadas, seja involuntária ou proposadamente, de seu *habitat* natural para outra região. Elas se adaptam e causam desequilíbrio do ecossistema em que se instalam, refletindo de forma negativa na biodiversidade, na saúde pública e na economia regional (LIMA, 2013).

Um caso conhecido de bioinvasão por meio aquático no Brasil é o do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), que chegou por meio de embarcações vindas do sul da Ásia para o rio da Prata. A população de mexilhões se alastrou pelo rio Paraná e atualmente sua superpopulação não apenas causa problemas ambientais sérios, comprometendo espécies nativas, como também encarece a manutenção de usinas hidrelétricas como a usina de Itaipu, onde os mexilhões tem se incrustado nas instalações (DARRIGAN; DAMBORENEA, 2005).

Para minimizar as chances de bioinvasão por meio da água de lastro, a Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization - IMO*, na sigla em inglês) orientou seus países membros a seguirem certas diretrizes para controle de epidemias e poluição causadas pelo processo de descarte da água de lastro.

Dentre essas diretrizes, destaca-se a de 1993, por meio da qual a IMO estabeleceu que a troca de água de lastro deveria ser realizada a pelo menos 200 milhas náuticas (aproximadamente 370 km) da costa, em águas de pelo menos 200 metros de profundidade, trocando-se no mínimo 95% do volume de água de lastro (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Este procedimento pode ser executado de três formas distintas: o método sequencial consiste no completo esgotamento dos tanques seguido de enchimento; o método de fluxo contínuo os tanques são esvaziados ao mesmo tempo que a água oceânica é bombeada para dentro da embarcação; o método de diluição promove o carregamento do lastro pelo topo enquanto a descarga do lastro é feita pelo fundo do tanque (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Sabe-se que estes procedimentos possuem eficiência que varia de 85% a 99% (PEREIRA, 2012 apud HINES e RUIZ, 2000; RIGBY e HALLEGRAEFF, 1994; TAYLOR e BRUCE, 2000; WONHAM et al., 1996), portanto, parte da água de lastro vinda do porto de origem permanece nos tanques contendo possivelmente espécies exóticas que serão introduzidas ao ambiente no momento de deslastro. Além disto, o procedimento não deve ser exigido caso o comandante do navio apresente qualquer justificativa de que a realização da troca da água de lastro poderia ameaçar a segurança da tripulação, carga ou embarcação (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Para atender às exigências de qualidade da água estabelecidas pela IMO, alguns métodos de tratamento alternativos a bordo do navio tem sido adaptados, como filtração, radiação ultravioleta, ultrassom, aquecimento e biocidas e por apresentarem eficiência limitada, são utilizados de forma combinada (PEREIRA, 2012).

Além dos sistemas de tratamento a bordo, sistemas de tratamento em terra também estão sendo desenvolvidos, ainda que estes últimos não sejam totalmente aceitos por administradores de portos devido a questões de logística no momento de transferência da água de lastro das embarcações para as centrais de tratamento em terra (PEREIRA, 2012).

Com seus 8,5 mil quilômetros navegáveis e 34 portos marítimos em operação (CODEBA, 2016), o Brasil é um país vulnerável a bioinvasão, sendo de grande importância fazer o controle e monitoramento da água de lastro descarregada no litoral nacional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Neste trabalho busca-se caracterizar, através de alguns parâmetros físicos e químicos, a água de lastro descartada por uma embarcação no porto de Imbituba, no litoral sul de Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral são cumpridos os seguintes objetivos específicos:

- Coletar e analisar as amostras de água de lastro do navio;
- Comparar os resultados entre si e com valores da literatura;
- Discutir os impactos associados à qualidade da água de lastro identificada no porto de Imbituba.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido à importância econômica da atividade portuária no Brasil, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento regional onde o porto se insere, quanto ao comércio exterior afetando a nação como todo, é importante que o equilíbrio ambiental da região seja mantido, permitindo assim, a continuidade das atividades portuárias. Assim sendo, faz-se necessária a análise mais detalhada da água de lastro que vem sendo descartada na costa brasileira.

Do ponto de vista tecnológico, a análise da água de lastro pode reunir informações importantes para o desenvolvimento de pesquisas voltadas aos procedimentos de desinfecção, que vem recebendo atenção de pesquisadores ao redor do mundo como forma de garantir a segurança do ambiente costeiro sem impedir a atividade das embarcações que transitam internacionalmente.

A relação do porto com a comunidade litorânea é muito próxima e dependente, logo, o bom funcionamento e equilíbrio do porto afeta diretamente a comunidade local. No caso de bioinvasão, os organismos trazidos por meio de água de lastro podem ser vetores de doenças que atingem não somente as pessoas, mas também demais seres vivos naturais da região, inviabilizando outras atividades marítimas como a pesca, criação de moluscos e recreação, portanto, é de interesse social que todos os cuidados sejam tomados pela administração portuária ao aceitar despejo da água de lastro proveniente de regiões que podem conter espécies exóticas.

Sendo a bioinvasão uma das principais causas de perda da biodiversidade marinha, e a água de lastro o principal agente causador deste impacto ambiental (COSTA, 2013 apud SOUZA et al., 2001), percebe-se a necessidade de estudos específicos voltados à caracterização e análise de riscos dos procedimentos que estão sendo executados atualmente. Utilizando-se métodos científicos adequados e reunindo informação, pode-se contribuir para solicitação da revisão das normas vigentes para que sejam mais duras com relação aos parâmetros de qualidade da água a ser descarregada nos portos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO DE LASTRO

Para melhorar as condições de navegação do navio e aumentar sua estabilidade coloca-se certo peso no fundo do casco, isto é, lastrar ou fazer o lastro de um navio (FONSECA, 1989).

O peso utilizado para lastrar o navio é o lastro. Navios cargueiros comumente saem leves dos portos, ou seja, sem carga. Em casos como este, diz-se que o navio está em lastro, pois seu expoente de carga é quase que exclusivamente composto pelo lastro (FONSECA, 1989; NRC, 1996).

O lastro pode ser temporário ou permanente, e é utilizado para corrigir falhas na construção, má distribuição de pesos da estrutura ou modificar o tipo de serviço da embarcação, empregam-se materiais como areia, concreto, sucata de ferro ou linguados de ferro fundido para formar o lastro permanente. Já o lastro temporário é geralmente constituído de água salgada, que é carregada e descarregada utilizando-se bombas e tanques chamados de tanques de lastro (FONSECA, 1989).

A diferença de calado (parte submersa do casco) entre popa e proa, chamada de *trim*, é corrigida pelos tanques de lastro localizados avante e a ré da embarcação. A diferença entre bombordo e boreste, chamada de banda, é corrigida por tanques de lastro laterais (FONSECA, 1989). As posições relativas a bordo estão representadas na Figura 1.

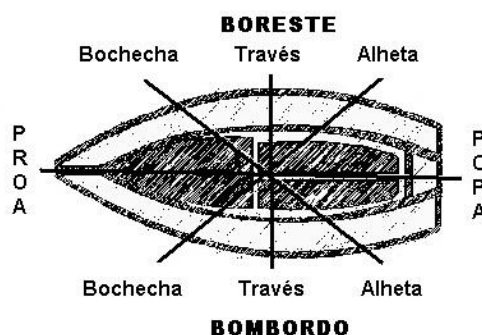


Figura 1 - Posições relativas a bordo
Fonte: AEMARDF (2010)

Para garantir que a embarcação navegue dentro dos limites de segurança, mantendo as tensões estruturais do casco e controlando sua estabilidade, o uso da água de lastro tornou-se parte dos procedimentos operacionais usuais do transporte aquaviário moderno. A perda de peso causada pelo desembarque de cargas é compensada utilizando-se a água de lastro. Sendo assim, a sua captação e descarte ocorrem nas regiões portuárias, permitindo a realização de operações de embarque e desembarque com segurança. Navios tanques e navios graneleiros são os que utilizam maior quantidade de água de lastro (BRASIL, 2016).

Estima-se que todos os anos sejam transportadas de três a cinco milhões de toneladas de água de lastro por todo o mundo em embarcações que podem carregar alguns poucos quilos de água e também em outras com até 130000 toneladas de capacidade em seus tanques de lastro (TAMELANDER et al., 2010).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE LASTRO

A água de lastro é bombeada para tanques projetados e especialmente distribuídos por todo o casco da embarcação durante o descarregamento. Durante o carregamento da embarcação os tanques de lastro são inteiramente ou parcialmente descarregados (TAMELANDER et al., 2010), conforme Figura 2.

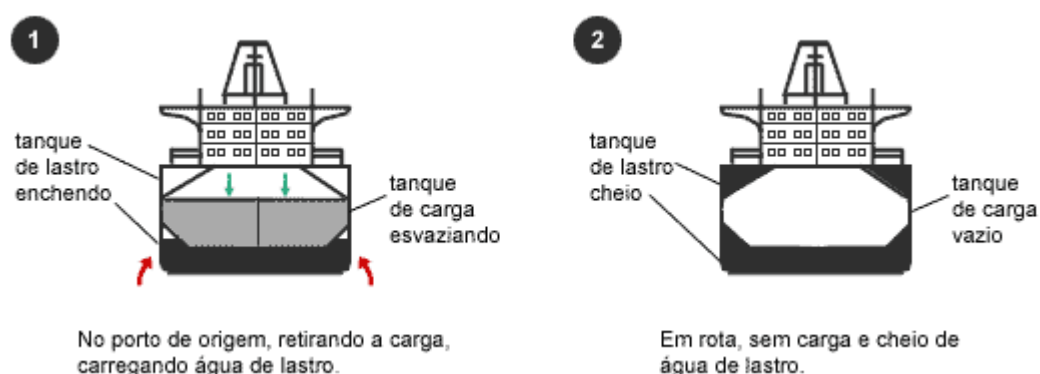


Figura 2 - Carga e descarga da água de lastro
Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2016)

O período de permanência da água de lastro nos tanques de armazenamento é variado e depende principalmente do tipo de operação que a embarcação realizará. Este período pode ser de vinte e quatro horas a meses. Neste último caso, pode-se considerar a denominação de água de lastro “permanente” ou “semipermanente”. Pouco se sabe a respeito das características químicas, físicas e biológicas da água de lastro mantida por mais de vinte e quatro dias nos tanques (CARLTON, 1995).

No entanto, a IMO estabeleceu, por meio da Convenção D-2, os seguintes valores de concentração de organismos vivos para descarregamento seguro da água de lastro (IMO, 2008):

1. Menos de 10 organismos viáveis por metro cúbico maior ou igual a 50 μm em sua menor dimensão entre comprimento, altura e largura;
2. Menos de 10 organismos viáveis por mL com sua menor dimensão variando entre 10 μm e 50 μm ;
3. As concentrações de indicadores de micróbios não devem exceder:
(a) toxigênico *Vibrio cholerae* (O1 e O139) com menos de 1 ufc (unidade formadora de colônia) por 100 mL ou menos de 1 ufc por grama úmido de amostra de zooplâncton; (b) *Escherichia coli* menos de 250 ufc por 100mL e; (c) *Enterococci* intestinal menos de 100 ufc por 100mL.

Considera-se organismo viável qualquer organismo que esteja vivo e em qualquer estágio do seu ciclo de vida (MEPC, 2008).

O ambiente físico-químico dentro do tanque de lastro é caracterizado pela ausência de luz, temperatura semelhante à da água carregada durante o lastramento com variação de um ou dois graus, variando conforme a posição e tamanho do tanque. As concentrações de oxigênio podem variar consideravelmente, dependendo da situação inicial e da quantidade de ar remanescente nos tanques após o enchimento, do seu tamanho e do tipo de material empregado nas paredes dos tanques. Outras variáveis estão relacionadas ao local e tempo em que o lastro foi feito, tais como qualidade da água, salinidade, pH e carga de sedimentos. Algumas dessas características se mantêm estáveis ao longo do tempo enquanto outras podem variar consideravelmente (CARLTON, 1995).

Como a água de lastro é geralmente tomada em zonas costeiras pouco profundas, possui um nível elevado de turbidez, o que leva à acumulação de

sedimentos nos espaços mortos dos tanques de lastro. Isto aumenta muito a chance de captação e transporte de cistos (TAMELANDER et al., 2010), que são zigotos em fase de dormência resistentes a ambientes desfavoráveis ao seu desenvolvimento (PERSICH; GARCIA, 2003).

A chamada biota “lastrável” inclui diferentes espécies entre vírus, bactérias, protozoários, fungos, plantas e animais. Qualquer parasita, patógeno e simbiote destes organismos pode, obviamente, vir a ser parte da biota existente no lastro (CARLTON, 1995).

2.3 IMPACTOS CAUSADOS PELA ÁGUA DE LASTRO

Espécies não nativas são aquelas que historicamente não ocorriam em uma determinada região, já as espécies invasoras, são espécies que foram, em geral, introduzidas num ambiente diferente do qual é considerada nativa e conseqüentemente pode causar danos econômicos, ambientais ou à saúde pública (MEDEIROS; NAHUZ, 2006).

Espécies invasoras também são conhecidas como espécies introduzidas, alienígenas, exóticas, estrangeiras, não nativas, imigrantes e não indígenas (MEDEIROS; NAHUZ, 2006).

Casos de invasão biológica marinha vem sendo reportados ao redor do mundo e em diversos portos. Essas invasões podem com frequência causar problemas ambientais como a competição por recursos limitados, extinção de espécies nativas, transmissão de parasitas e doenças, além dos problemas econômicos quando afetam a pesca e as culturas marítimas (ROCHA; KREMER, 2005).

Embarcações têm sido consideradas vetores para organismos vivos. Inicialmente (antes da utilização da água marítima como lastro), elas já carregavam organismos semiaquáticos e marítimos incrustados na parte externa do casco. O maior agente de transporte de plantas e animais entre continentes foram por séculos, e são ainda hoje, os navios. Explicando-se a atual dispersão global de milhares de organismos vivos pela utilização de navios no período das colonizações e histórico das embarcações comerciais ao redor do mundo (CARLTON, 1995).

Aproximadamente 7000 espécies em todo o mundo se desenvolvem na água de lastro e sedimentos de tanques, e todos os dias 10 milhões de toneladas de água de lastro e sedimentos são transportados a nível mundial. O resultado disso é a capacidade de transferir mais organismos pela água de lastro em um só mês do que se teria feito em um século (TAMELANDER et al., 2010).

A sequência de eventos hipotética que ocorre para que organismos vivos sejam transportados por navios em seus tanques de lastro inicia-se no porto de origem no momento da captação da água marítima, quando um conjunto de espécies, acidentalmente é sugada pelo sistema de bombeamento para dentro dos tanques. É importante salientar que o tipo de organismo captado varia conforme a hora, a maré, a profundidade, o local entre outros fatores, pois cada espécie possui hábitos distintos ao longo do seu ciclo de vida e dependem destes fatores também. Se a embarcação estiver atracada por horas ou dias, algumas espécies podem colonizar o sistema de bombeamento, facilitando a entrada nos tanques de lastro quando acionado o sistema de captação de água (CARLTON, 1995).

Posteriormente estes indivíduos são transportados ao porto de destino, podendo ocorrer morte natural durante o deslocamento e tempo em que estavam confinados. Os que chegam vivos são liberados na costa durante o processo de carga e descarga do navio. Caso estes indivíduos possam se reproduzir e se adaptem ao novo ambiente, estas espécies acabam se estabelecendo (CARLTON, 1995).

A transferência de espécies não nativas pode provocar uma série de problemas ecológicos. Um predador pode ser introduzido a um ecossistema sem que haja outro predador para ele, dizimando espécies nativas que faziam parte da cadeia alimentar daquela região (PEREIRA, 2012).

Com o intuito de influenciar, assistir e encorajar a sociedade mundial na conservação da biodiversidade, foi criada em 1948 a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), uma das principais organizações ambientais do mundo. Para conservar a biodiversidade a IUCN, por meio da SSC (*Species Survival Commission*), criou o ISSG (*Invasive Species Specialist Group*), um grupo dedicado aos estudos de espécies invasoras. A IUCN enumera os cem casos de bioinvasão mais perigosos ao meio ambiente e à biodiversidade (LIMA, 2013).

Alguns exemplos citados pela ISSG dentre os cem casos de bioinvasão mais perigosos para a biodiversidade nos mares são detalhados a seguir.

2.3.1 A Bioinvasão no Mundo

2.3.1.1 Mexilhão zebra

Originário do mar Negro e Cáspio, o mexilhão zebra (*Dreissena polymorpha*) representado na Figura 3, é um bivalve de água doce com uma incrível capacidade de reprodução. Tornou-se um problema para os rios europeus ainda no século XIX disseminando-se pelo continente. O principal impacto causado pelo mexilhão zebra está ligado ao setor industrial e de energia elétrica, pois constitui colônia nos encanamentos e passagens de água das hidrelétricas (LIMA, 2013).



Figura 3 - Mexilhão Zebra (*Dreissena polymorpha*)
Fonte: USGS (2016)

Em 1980 o mexilhão zebra foi encontrado na região dos grandes lagos americanos pela primeira vez. A espécie foi trazida no lastro de embarcações e atualmente infesta aproximadamente 40% das vias navegáveis dos Estados Unidos, além de ter custado de setecentos e cinquenta milhões a um bilhão de dólares com medidas de controle, entre 1989 e 2000 (MMA, 2016).

Em 2007 cientistas informaram a imprensa canadense que o pH da água dos Grandes Lagos havia sido alterado pela presença do mexilhão zebra. A afirmação teve como base os estudos realizados na Universidade de Ryerson, em Toronto, publicados na revista *Science of the Total Environment*, edição de

dezembro de 2006, onde verificou-se que a presença do mexilhão zebra nas águas dos Grandes Lagos favoreceu a procriação de cianofíceas (algas azuis), que liberam substâncias químicas que alteram o sabor da água, geram odores nauseantes e podem ser tóxicas aos seres humanos (COLLYER, 2007).

2.3.1.2 Caranguejo verde

O caranguejo verde, mostrado na Figura 4 (*Carcinus maenas*), natural da Europa, é uma das espécies invasoras mais bem sucedidas do mundo. Possui alta tolerância a variações dos níveis de salinidade, temperatura e tipos de habitat. Como alimenta-se principalmente de moluscos, é uma ameaça ao cultivo destes não apenas na áreas onde é considerado espécie exótica, como também em sua região de origem. Esta espécie é considerada como responsável por impactos significativos nas populações de bivalves, moluscos e outros crustáceos devido não apenas ao seu caráter predatório como também competidor (ISSG, 2016).



Figura 4 - Caranguejo Verde (*Carcinus maenas*)
Fonte: The Exotics Guide (2016)

O colapso da indústria de moluscos de concha mole em *New England* (nordeste dos Estados Unidos) e *Nova Scotia* (sudeste do Canadá) foi atribuído a invasão destas regiões pelo caranguejo verde, levando a preocupação por outras culturas e pescas na região. Apenas nos Estados Unidos são gastos cerca de vinte

e dois milhões de dólares por ano em medidas contra os danos causados por esta espécie (ISSG, 2016).

2.3.1.3 Estrela do mar do Pacífico

Originária do Pacífico norte em regiões próximas ao Japão, Rússia, China e Coreia, a estrela do mar do pacífico (*Asterias amurensis*) se adaptou bem à costa sul da Austrália, onde tem se alimentado de uma grande variedade de presas. Sua erradicação já é considerada impossível devido à grande área e número de indivíduos, com potencial de se espalhar para além do norte de Sidney (ISSG, 2016).

Em apenas dois anos estima-se que a população da também chamada estrela do mar japonesa tenha atingido o número de doze milhões em *Port Phillip Bay* (ISSG, 2016). A Figura 5 mostra estrelas do mar do pacífico adaptadas a região sul da Austrália.



Figura 5 - Estrela do mar do Pacífico (*Asterias amurensis*)
Fonte: Port Phillip Bay (2016)

Como resultado de manipulação experimental, verificou-se que a *Asterias amurensis* pode variar sua preferência de predação conforme disponibilidade e abundância de diferentes espécies (AUSTRALIA, 2008).

Na Tasmânia, as fazendas de ostras estão sendo afetadas pela presença da estrela do mar do pacífico (ISSG, 2016).

2.3.2 A Bioinvasão no Brasil

2.3.2.1 Mexilhão dourado

O caso mais alarmante de bioinvasão nas águas continentais do Brasil é o do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) (SOUZA; CALAZANS; SILVA, 2009). Pertencente à família *Mytilidae* é originário da China e do sudeste da Ásia (MANSUR et. al, 2003). Chegou à América do Sul pelo Rio da Prata no ano de 1991, identificado pela primeira vez na praia de *Bagliardi*, na Argentina (SOUZA; CALAZANS; SILVA, 2009). A espécie foi encontrada em Colônia, no Uruguai e no rio Paraná poucos anos depois. Devido ao seu alto poder reprodutivo e a falta de predadores naquelas bacias, sérios problemas de entupimento nos sistemas de coleta de água e de refrigeradores industriais foram atribuídos a superpopulação dessa espécie. O mexilhão dourado tem se fixado inclusive sobre bivalves nativos na competição por espaço, causando asfixia destes (MANSUR et. al, 2003).

O *Limnoperna fortunei* foi introduzido no Brasil no lago Guaíba em 1999 por meio da água de lastro de navios provenientes do sudestes asiático que passaram pelo porto de Buenos Aires (MANSUR et al, 1999, 2003).

Desde 2001, ano em que o mexilhão dourado foi encontrado no interior da usina hidrelétrica de Itaipu (Figura 6), ações voltadas para o controle do mexilhão tem sido realizadas para se evitar acidentes no encanamento responsável pela refrigeração das turbinas (ITAIPU, 2016). O custo para cada dia de paralização para manutenção das turbinas chega a US\$ 1 milhão (MARTINS, 2011).



**Figura 6 - Incrustação de mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*)
Fonte: Itaipu Binacional (2016)**

2.4 GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO

Devido ao potencial invasor das espécies contidas na água de lastro, é essencial que haja o tratamento desta, porém, ainda é um desafio a ser superado. A utilização de um único processo pode não atingir a eficiência necessária para livrar o ambiente costeiro onde será feito o deslastro do potencial de bioinvasão, por isso, mais métodos devem ser utilizados em conjunto (PEREIRA, 2012).

A Diretoria de Portos e Costa da Marinha do Brasil (2014) determina que:

Toda embarcação nacional ou estrangeira que utiliza água como lastro deve possuir um Plano de Gerenciamento da Água de Lastro com o propósito de fornecer procedimentos seguros e eficazes para esse fim. Este Plano deve ser incluído na documentação operacional da embarcação, devendo, ainda, ser específico para cada embarcação e conter os seguintes itens:

- a) procedimentos detalhados de segurança para a embarcação e tripulação associados ao gerenciamento da Água de Lastro;
- b) descrição detalhada das ações a serem empreendidas para implementar o gerenciamento da Água de Lastro;
- c) indicar os pontos onde a coleta de amostras da Água de Lastro, representativas do lastro que a embarcação traz, seja possível;
- d) oficial a bordo responsável por assegurar que o Plano seja corretamente implementado;
- e) ser escrito no idioma de trabalho da embarcação. Caso o idioma usado não seja o inglês, francês ou espanhol, deverá ser incluída uma tradução para um destes idiomas; e
- f) ser escrito em português nas embarcações brasileiras que operam somente em águas jurisdicionais brasileiras. Caso essas embarcações passem a operar também na navegação de longo curso, o Plano deverá seguir o previsto na alínea anterior.

As potenciais áreas para controle da água de lastro são as seguintes:

- Antes da partida: o controle baseia-se na prevenção ou minimização da captação de organismos durante o carregamento da água de lastro na zona portuária.
- Em rota: realização de tratamento da água de lastro a bordo do navio ou troca da mesma por água captada em alto mar anteriormente a chegada e ao descarte da água de lastro no porto de destino.
- Na chegada: O controle depende da prevenção da descarga de organismos que tenham a possibilidade de sobreviver e se adaptar ao novo ambiente (NRC, 1996).

Estão contidas nas Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios, para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos, os seguintes procedimentos preventivos (MARINHA DO BRASIL, 2016):

- a) Evitar ao máximo a captação de organismos aquáticos potencialmente patogênicos e nocivos, assim como sedimentos que possam contê-los. O recebimento de água de lastro deve ser mínimo nas áreas identificadas pelo Estado do Porto como impróprias, na escuridão quando organismos são trazidos a superfície, nas águas muito rasas ou quando as hélices levantarem sedimentos;
- b) Realizar limpezas de rotinas controladas em mar aberto, porto ou dique seco para a retirada de sedimentos dos tanques de lastro;
- c) Evitar descargas desnecessárias da água de lastro recebida em outros portos durante as operações de carga e descarga na embarcação;

Quanto ao manuseio da água de lastro (MARINHA DO BRASIL, 2014):

- a) Realizar a troca da água de lastro a pelo menos 200 milhas náuticas da terra;
- b) Caso o procedimento anterior não seja possível, a troca deverá ser realizada a pelo menos 50 milhas náuticas da costa em águas com pelo menos 200 metros de profundidade;
- c) As embarcações não devem ser obrigadas a desviar do plano de viagem ou retardar a viagem para cumprir os itens anteriores;

- d) Se por decisão do comandante a troca da água de lastro for considerada perigosa para a segurança ou estabilidade da embarcação, tripulação ou passageiros, seja por motivos de falha em equipamento, esforços excessivos da embarcação ou condições meteorológicas a troca não deverá ser exigida;
- e) A troca deve ser realizada pelo menos três vezes quando utilizados os métodos de Fluxo Contínuo ou Diluição;
- f) As embarcações devem realizara a troca da água de lastro com um eficiência não inferior à 95% do volume;
- g) Somente tanques e porões que tiveram sua água trocada poderão ser deslastrados;
- h) Embarcações não isentas, mas que estão em conformidade com condições de exceção, deverão da mesma forma apresentar o Formulário sobre Água de Lastro;
- i) A descarga da água de lastro é proibida em áreas ecologicamente sensíveis e em unidade de conservação da natureza ou em qualquer outra área estabelecida por órgãos ambientais que estejam plotadas em carta náutica;
- j) Quando não for possível atender aos itens a) e b), a embarcação deverá ainda assim realizar o procedimento de troca no trecho de maior profundidade.

2.5 TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO

As diferentes formas de troca da água de lastro conseguem atingir porcentagens que vão de 95% a números muito próximos de 100%. No entanto, a eficiência na remoção de organismos tem se mostrado muito mais complexa, variando conforme o tipo de navio, o método de troca da água de lastro adotado e o tipo de organismo. Portanto, é improvável que se adote uma conexão direta entre a eficiência da troca da água de lastro e da remoção de organismos como padrão para a solução deste problema (RIGBY; TAYLOR, 2001).

Por mais que a troca da água de lastro seja uma forma de minimizar as chances de bioinvasão por organismos captados no porto de origem, o risco ainda

existe. Há ainda a preocupação de que novos organismos sejam captados durante a própria troca da água em alto mar, ou seja, a troca da água de lastro pode representar um risco maior para o porto receptor dependendo da localização em que o procedimento for realizado, sendo preferível que a água de lastro carregada no porto de origem tivesse sido mantida (RIGBY; TAYLOR, 2001).

Aliar os procedimentos estabelecidos pela IMO e a eliminação de organismos potencialmente invasores levou há uma variedade de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias que sejam capaz de eliminar uma grande variedade de organismos ao mesmo tempo em que mantém a qualidade da água descartada (PEREIRA, 2012).

O maior problema encontrado pela comunidade científica na determinação de sistemas de tratamento para a água de lastro é a falta de padrões internacionais de qualidade química da água e valores que determinem a eficácia de remoção biológica (IMO, 2001).

Alguns tratamentos já consolidados para o caso de efluentes domésticos e industriais são sugeridos, mas podem não ser tão efetivos ou apropriados para a água de lastro. Laboratórios e embarcações de testes estão avaliando a eficiência destes métodos (RIGBY; TAYLOR, 1999).

2.5.1 Térmico

A utilização do calor proveniente do sistema de resfriamento do motor pode prover uma alternativa ambientalmente atrativa e muito eficiente, além de ser adequada para viagens internacionais que se estendam por mais de dez dias. Alguns sistemas de fluxo contínuo a altas temperaturas estão em fase de testes preliminares e são uma alternativa promissora para a remoção de organismos da água de lastro (RIGBY; TAYLOR, 2001).

Estudos apontam que a melhor forma de aproveitar o calor fornecido pelas máquinas da embarcação seria direcionar a água de saída do resfriamento, a uma temperatura aproximada de 42 °C, para os tanques de lastro, permitindo que estes transbordem e aqueçam gradativamente durante a viagem (RIGBY; TAYLOR, 1999).

Já verificou-se uma alta taxa de mortalidade em cistos de dinoflagelados a temperaturas de 40 °C a 45 °C por períodos de 30 a 90 segundos, além de testes

mostrarem que o fluxo contínuo de água quente nos tanques de lastro resultam na morte de todo o fitoplâncton e zooplâncton presentes nos tanques (RIGBY; TAYLOR, 1999).

Para a eliminação de bactérias mais resistentes é indicado que temperaturas mais altas sejam atingidas, porém encareceria a implementação do sistema e ao mesmo tempo que o viabilizaria para viagens curtas, pois diminuiria o tempo de exposição necessário (MESBAHI, 2004).

2.5.2 Filtração

Uma opção para remoção de organismos do zooplâncton e fitoplâncton é a filtração, porém, sem muito sucesso para a remoção de microorganismos, por isso é amplamente utilizado para impedir o acesso aos tanques por organismos maiores (PEREIRA, 2012)

A separação de organismos de tamanhos variados passando por filtros auto limpantes tem atraído a atenção internacional por ter sido demonstrado a escalas relativamente altas (340 m³/h). No atual estágio de desenvolvimento, o sistema atingiu eficiência de separação que vão de 82% a 95% para malha de 50 µm e de 74% a 94% para 25 µm, correspondendo a uma remoção biológica de 80% a 99% para os organismos testados (RIGBY; TAYLOR, 2001). Filtros de 20 µm possibilitam a remoção de cistos de dinoflagelados (RIGBY; TAYLOR, 1999).

Dentre os problemas deste método estão a acumulação de lodo e sedimentos nos tanques de lastro, e também o gerenciamento deste material (RIGBY; TAYLOR, 1999).

2.5.3 Radiação Ultravioleta

Já comprovado e estabelecido como um método de desinfecção de águas residuárias, a exposição à radiação ultravioleta (UV) provoca o rompimento das ligações químicas do DNA, causando mutações letais aos microrganismos expostos (MESBAHI, 2004). No entanto, organismos mais complexos como algas e cistos de protozoários podem apresentar maior resistência (RIGBY; TAYLOR, 1999).

Apesar de irradiação UV ter sido indicada para o tratamento da água de lastro, apenas testes em pequena escala foram realizados. A turbidez da água tem sido o maior problema para atingir elevadas taxas de eficiência com essa tecnologia. Trabalhos com cistos de *Gymnodinium catenatum* não foram encorajantes. É provável que pré-tratamentos utilizando filtros seja necessário para melhorar a claridade da água, permitindo melhores resultados para a eficácia e eficiência da irradiação UV (RIGBY; TAYLOR, 2001).

No Brasil, testes de exposição de larvas do mexilhão dourado à radiação na faixa de 200 a 800mWs/cm² obtiveram resultados satisfatórios na eliminação destes, ao mesmo tempo em que não foram gerados subprodutos tóxicos no processo (SANTOS, 2011).

2.5.4 Biocidas

Alguns biocidas e químicos como peróxido de hidrogênio, cloro, dióxido de cloro, ozônio e íons de cobre e prata foram testados. Infelizmente apresentaram ineficiência, baixa praticidade, custo e efeitos ambientais elevados (RIGBY; TAYLOR, 1999). Foram necessárias concentrações impraticáveis, resultando em problemas operacionais (RIGBY; TAYLOR, 2001).

No caso do ozônio, houve aumento da corrosão da estrutura do navio dificultando a manutenção do efeito de desinfecção como resultado da presença de sedimentos de ferros dissolvido (RIGBY; TAYLOR, 1999). Além disto, o ozônio é instável na pressão atmosférica, portanto, deve ser produzido *in situ* (MESBAHI, 2004).

Cloro e peróxido de hidrogênio foram eficazes na remoção de alguns organismos, mas necessitam concentrações muito elevadas para surtirem efeito, o que resultou em inviabilidade de custo. Outro fator é a segurança no manuseio destes componentes e a concentração residual de cloro (RIGBY; TAYLOR, 1999).

2.5.5 Desoxigenação

Este método de desinfecção consiste da inserção de um gás inerte por meio de tubulações distribuídas no fundo dos tanques de lastro. O gás inerte produzido por um navio padrão é composto por 84% de nitrogênio, de 12 a 14% de gás carbônico (CO₂) e 2% de oxigênio. Como resultado, a falta de oxigênio, o alto nível de CO₂ e a redução do pH de 8 para aproximadamente 6, levam os organismos do interior dos tanques de lastro a morte (HUSAIN et al., 2003).

Segundo Mesbahi (2004), a desoxigenação pode ser alcançada por meios mecânicos, inserindo gás inerte no tanque, quimicamente adicionando redutores químicos e biologicamente adicionando-se nutrientes que proporcionarão um ambiente favorável às bactérias, que consumirão o oxigênio naturalmente durante seu crescimento.

Apesar da toxicidade que a falta de oxigênio representa para peixes, larvas de invertebrados e bactérias aeróbias, outros seres como as bactérias anaeróbias e cistos de dinoflagelados podem sobreviver com facilidade a esta situação, portanto, a desoxigenação se enquadra como solução parcial de desinfecção (PEREIRA, 2012).

Em contrapartida, a remoção do oxigênio utilizando o nitrogênio como gás inerte se mostrou eficaz no controle da corrosão da estrutura das embarcações, podendo assim estender sua vida útil (TAMBURRI; WASSON; MATSUDA, 2002).

2.5.6 Ultrassom

O ultrassom é gerado por um transdutor, o qual converte energia mecânica ou elétrica em vibrações de alta frequência. O ultrassom causa a **cavitação da água nos tanques de lastro**, o que leva a ruptura das células dos organismos. Tem se mostrado bastante efetivo com bactérias, plâncton e outros organismos maiores. No entanto, o ultrassom pode ter efeitos adversos na estrutura das embarcações, e deve portanto ser testado. Além disto, o ultrassom tem sido utilizado com sucesso como controle de microrganismos pela indústria alimentícia (MESBAHI, 2004).

A eficácia deste método está ligada à frequência utilizada na emissão de ondas e às espécies presentes no interior dos tanques, impossibilitando um efeito global em todas as espécies possivelmente encontradas (NRC, 1996).

As frequências com melhor potencial para eliminação de microrganismos estão nas escalas mais baixas de ultrassom, variando de 15 a 100 kHz, apresentando resultados variados quando aplicado a grandes volumes de líquido, já que o efeito do tratamento decai com a distância do transdutor (NRC, 1996).

O tempo de exposição e a ressonância devido a geometria dos tanques são outros fatores determinantes para se obter resultados melhores na desinfecção por ultrassom (NRC, 1996).

2.5.7 Eletricidade

Dang *et al.* (2006) explicam que o mecanismo de desinfecção de água de lastro por descarga elétrica é baseado em dois aspectos para promover a desinfecção da água de lastro. O primeiro é que durante a eletrólise da água marinha quando muitos oxidantes são produzidos, dentre eles Cl_2 , ClO^- , OH , O e HO_2 , que juntos possuem grande eficácia na desinfecção da água. O segundo é o campo elétrico, caso a voltagem aplicada na membrana celular exceda seu limite, pode rompê-la e levar a célula a morte.

Testes feitos em laboratório indicaram ser possível eliminar quatro tipos de algas numa concentração inicial de cloro de 4ppm. Fitoplânctons apresentaram uma taxa de mortalidade de 72% e as bactérias de 99% (DANG *et al.*, 2006).

Um sistema piloto de eletro-ionização foi instalado a bordo do navio *Carnival Cruise*, que fez uma viagem de 7 dias entre o sul da Califórnia e o México. O sistema com recirculação operava a 1,32m³ por minuto em um tanque de lastro de 200m³ (LEFFLER *et al.*, 2004).

Foram obtidas eficiências de 95% na redução de bactérias e protistas durante as 20 horas de tratamento. Porém, após as 20 horas seguintes, a biota dentro do tanque atingiu os valores anteriores de concentração, explicado pelo fato de o sistema não operar continuamente. Íons reativos de bromo foram produzidos durante a eletro-ionização da água de lastro (LEFFLER *et al.*, 2004).

2.5.8 Tratamento em Terra ou Embarcações Dedicadas

Centrais de tratamento em terra ou embarcações dedicadas ao tratamento da água de lastro tem um potencial atrativo, contudo com disponibilidade limitada, altos custos de implementação, dificuldades para controle da qualidade do tratamento e operacional de navegação impõem restrições no desenvolvimento desta tecnologia. Esta opção pode ser viável para navios tanques que transportam óleo, pois em alguns casos a infraestrutura presente em terra para receber água de lastro “suja” poderia ser adaptada para água de lastro limpa (RIGBY; TAYLOR, 2001).

Como as alternativas de tratamento da água de lastro devem ser testadas primeiramente em terra, por um período de 30 dias, antes que sejam instaladas a bordo dos navios. Estas estações podem ser alternativas para minimizar a descarga de águas de lastro irregulares na costa (PEREIRA, 2012).

2.6 ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR E DE LASTRO

A água do mar pode ser considerada uma solução bastante complexa contendo a maioria dos elementos conhecidos. Alguns dos componentes encontrados em maior abundância são os íons de cloro, de sulfato, de sódio, de magnésio e de potássio (TALLEY, 2011).

Os sais encontrados nos oceanos têm se acumulado ao longo dos milhões de anos de intemperismos que atingem os continentes, e são levados pelos rios e diluídos nos mares. No entanto, há variações significativas na concentração de sais de acordo com a localização. Essa diferença ocorre por causa da evaporação e da diluição promovida pela água doce na foz de rios (TALLEY, 2011).

Nisha e Achyutan (2013) avaliaram a sazonalidade dos parâmetros físico químicos da água da Baía de Bengala, na costa sudeste da Índia. Os parâmetros estudados foram expostos na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultados da caracterização da água da Baía de Bengala - 2013

Parâmetro	Resultados
Temperatura (°C)	24 - 30
Salinidade (psu)	33 - 35
pH	7 - 10
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,8 - 9,6
Nitrito e Nitrato (µmol/L)	1,26 - 24,61
Amônia (µmol/L)	0,024 - 6,93
Fosfato (µmol/L)	0,05 - 3,54

Fonte: Nisha et. Achyutan, 2013

Neste estudo concluiu-se que há variação destes parâmetros ao longo do tempo e do local, sugerindo a movimentação de massas de água na região e influência da diluição em água doce devido a foz de rios e das chuvas das monções (NISHA; ACHYUTAN, 2013).

Estudos de comparação de parâmetros físico químicos da água de mar e da água encontrada no lastro de embarcações foram realizados no Golfo Persa. Os parâmetros estudados podem ser observados por meio da Tabela 2 (NOSRATI-GHODS et al., 2016).

Tabela 2 – Comparação da água de lastro e do mar do Golfo Persa - 2016

Parâmetro	Água do Mar	Água de Lastro
Temperatura (°C)	18,5 - 33	22 - 34
Salinidade (psu)	32 - 41	25 - 35
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,6 - 7,8	3,8 - 6,8
Hidrocarbonetos Aromáticos (µg/L)	5,455	1 - 2
Cobalto (mg/L)	0,005 - 8	1,9 - 9
Níquel (mg/L)	0,004	0,004 - 0,029
Cromo (mg/L)	0,005	0,7 - 2,1
Chumbo (mg/L)	0,008	0,008

Fonte: Nosrati-Ghods et al., 2016

Em seus estudos, Nosrati-Ghods et al. (2016) mostraram a correlação da salinidade e do oxigênio dissolvido com a origem da embarcação, pois seus valores tenderam a cair conforme o tempo de permanência dessa água nos tanques se estendeu. Também verificaram que as características da água de lastro e da água

do mar, para os parâmetros estudados, apresentaram pouca variação, com exceção dos teores de Cromo e Níquel.

Como há pouca informação sobre as características físico químicas da água de lastro, há dificuldade em decidir que tipo de tratamento seria mais viável para este efluente (OEMCKE; VAN LEEUWEN, 2003).

Oemcke e Van Leeuwen (2003) estudaram alguns parâmetros para avaliar a eficiência de tratamentos de filtração, ozonização e radiação UV na água de lastro:

- Sólidos suspensos e turbidez foram avaliados para determinar se há necessidade de clarificação da água anterior ao tratamento biocida;
- Como a radiação UV no comprimento de onda de 254 nm tem propriedades biocidas, a determinação da transmitância nessa faixa é um parâmetro importante a ser determinado para o dimensionamento de tratamentos UV;
- Precipitações de cálcio e ferro podem sujar as lâmpadas utilizadas no tratamento UV, por isso os parâmetros alcalinidade e ferro total também foram estudados;
- Devido ao poder de oxidação do ozônio, os parâmetros pH, temperatura, alcalinidade, carbono orgânico dissolvido, nitritos, ferro, manganês e brometos formam um grupo de dados mínimos a serem estudados antes do dimensionamento de tratamentos de desinfecção por ozônio.

Os resultados obtidos neste estudo de caracterização estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização físico química da água de lastro em *North Queensland, Austrália - 2003*

Parâmetro	Resultados
pH	7,9
Salinidade (‰)	29,7
Temperatura (°C)	31,5
Turbidez (NTU)	10,4
Sólidos Suspensos (mg/L)	12,2
Carbomo Orgânico Total (mg/L)	0,9 - 8,8
Carbono Orgânico Dissolvido (mg/L)	0,8 - 2,8
Alcalinidade (mg/L CaCO ₂)	27,3 - 139
Potencial de Redução (mV)	-360 - 60
Transmitância à 254nm (%)	54,8 - 99,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,3
Nitrito (µg/L)	0,6 - 29,9

Fonte: Oemcke e Van Leeuwen, 2003

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o cumprimento dos objetivos deste trabalho, foram definidos neste capítulo os materiais usados e os procedimentos adotados para o seu desenvolvimento.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

Imbituba é uma cidade portuária, localizada no litoral sul do estado de Santa Catarina, distante 90km de Florianópolis (IMBITUBA, 2016). Ocupa uma área de 182.929 km² e possui uma população de aproximadamente 40 mil habitantes (IBGE, 2016).

O porto de Imbituba está localizado na cidade de Imbituba, numa enseada de mar aberto protegida de ventos e ressacas por um molhe de 850 m. O porto é administrado pela SCPar Porto de Imbituba S.A., pertencendo ao estado de Santa Catarina. Possui área terrestre de 1.550.000 m² e área aquática de 750.000 m² (PORTO DE IMBITUBA, 2016).

Por meio dos três berços de atracação, o porto está apto a escoar a produção de granéis sólidos e líquidos, contêineres e cargas em geral dos três estados da região sul do Brasil, com influência direta no Mercosul. Anualmente atracam mais de 200 embarcações no porto de Imbituba (PORTO DE IMBITUBA, 2016). Sua localização no mapa da cidade pode ser observada na Figura 7.

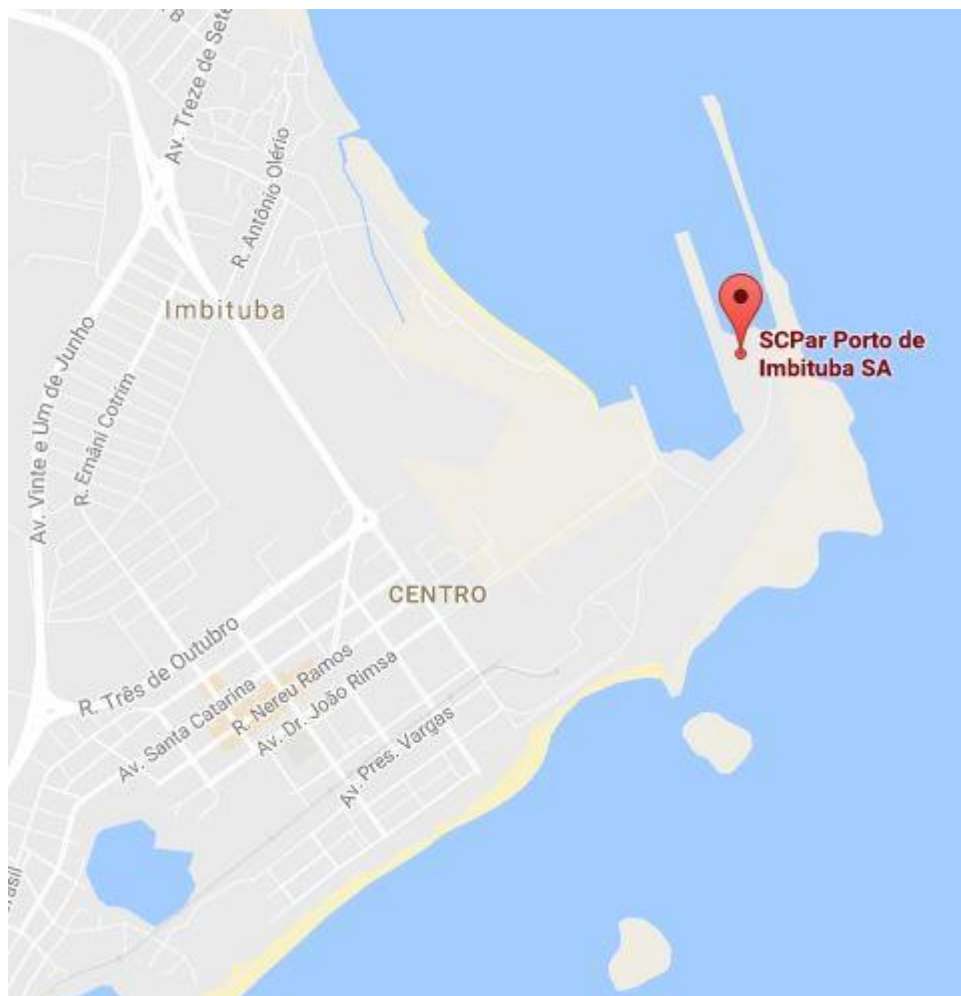


Figura 7 - Localização do Porto de Imbituba
Fonte: Google Maps (2016)

3.2 EMBARCAÇÃO ANALISADA

Com a autorização da administração portuária, obteve-se o acesso ao navio graneleiro *Double Pride*. O navio foi construído em 2012 no Japão, de bandeira das ilhas Marshall e registro panamenho. A embarcação pode ser vista na Figura 8.



Figura 8 - Navio graneleiro *Double Pride* atracado no porto de Imbituba

A embarcação possui 235 m de comprimento, 38 m de largura e altura (da quilha ao mastro do radar) de 49 m. Possui ainda 7 porões, totalizando uma capacidade de carga de aproximadamente 110 mil metros cúbicos.

O *Double Pride* saiu do porto de Mormugão de Goa, na Índia, onde carregou 5 de seus 15 tanques de lastro, sendo previsto a utilização do método de fluxo contínuo para a troca da água de lastro do tanque 3 (a ser deslastrado em Imbituba) nas coordenadas 31-30 S , 003-56 E (Figura 9), no dia 24 de agosto de 2016.



Figura 9 - Ponto de troca da água de lastro do tanque n° 3
Fonte: Google Maps (2016)

O tanque nº3 possui um volume de 8471,84 m³, e foram utilizados cerca de 27900 m³ de água durante o procedimento de troca, ou seja, 329,32% do volume total do tanque, atendendo as recomendações da IMO (2008).

3.3 AMOSTRAGEM

Com o intuito de avaliar a qualidade da água de lastro de embarcações que possam trazer o risco da bioinvasão para a região estudada, não foram considerados navios de cabotagem para a coleta das amostras, apenas aqueles vindos de águas internacionais.

Conforme liberação da autoridade portuária, foi realizada uma coleta de amostra em navio graneleiro em 17 setembro de 2016.

A amostra foi obtida por meio da abertura da escotilha de acesso aos tanques localizada a bombordo (*Topside Tank*). Com o auxílio da tripulação, lavou-se o recipiente de amostragem com a água de lastro que foi descartada e posteriormente preenchido novamente com a água do tanque. Na Figura 10 pode ser visto o momento da coleta da água por membro da tripulação do navio.



Figura 10 - Membro da tripulação coletando a água de lastro por meio da escotilha de acesso aos tanques.

Algumas análises foram realizadas *in loco* (conforme informado no Quadro 1), e a preservação da amostra foi feita em caixa térmica com gelo, conforme instruções do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). A amostra foi então levada ao Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde foi guardada em refrigerador.

3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os parâmetros analisados para a amostra de água de lastro estão listados no Quadro 1, assim como métodos e equipamentos utilizados.

Parâmetro	Forma / Método de Análise	Equipamento	Nº do Método	Referência
Densidade	<i>in loco</i>	Hidrômetro	-	-
Alcalinidade	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Dureza	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Bromo	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Ferro Total	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Cloro Livre	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Cloro Total	<i>in loco</i>	Multiparâmetro	-	-
Temperatura	<i>in loco</i>	Termômetro de espeto	-	-
pH	<i>in loco</i>	pH-metro de bolso	-	-
Turbidez	-	Turbidímetro	-	-
Sólidos Totais em Suspensão	Gravimétrico	Estufa	2540_D	APHA (2005)
Transmitância ($\lambda=254\text{nm}$)	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	-	-

Quadro 1: Parâmetros analisados

Para as análises de alcalinidade, dureza, bromo, ferro total, cloro livre e cloro total foi utilizado o medidor de cloro multiparâmetro *Micro 7 Plus* da marca *Exact* (Figura 11), que permite avaliar as amostras *in loco* de maneira precisa e rápida. Para a temperatura foi utilizado termômetro tipo espeto digital a prova d'água da marca *Inco term*, enquanto que para pH, foi utilizado o medidor de pH portátil pH-100 da marca *Labmeter*.



Figura 11 - Medidor de Cloro Multiparâmetro *Micro 7 Plus*

Os sólidos suspensos foram analisados seguindo-se a metodologia descrita em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005) e utilizando-se da infraestrutura disponível no Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A densidade foi averiguada por peritos contratados pelas empresas que utilizam os serviços de carga das empresas de transporte marítimo, e também por peritos da Receita Federal do Brasil para calcular a carga total feita no porto. Este dado foi fornecido pelas autoridades portuárias por meio de documentos oficiais¹.

Todos os parâmetros foram avaliados em duplicata para minimizar erros de leitura.

Destaca-se que algumas adversidades logísticas devido aos mais de 370 km que separam Curitiba de Imbituba, a necessidade de acondicionamento das amostras em recipiente refrigerado, além da disponibilidade da autoridade portuária em autorizar o acesso as instalações do porto, comprometeram a quantidade de amostras que poderiam ter sido coletadas para este estudo.

Salienta-se ainda a pouca disponibilidade de material científico publicado atualmente, o que levou a busca por documentos que também relatassem a caracterização da água do mar, possibilitando a comparação dos dados processados nesta pesquisa.

¹ *Ship's Particulars, Ballast Water Reporting form e Cargo Operations Control Form* estão disponíveis nos anexos deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão mostrados os valores obtidos para os parâmetros analisados da água de lastro obtida para este estudo. Também serão discutidos os valores obtidos com base na literatura científica.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE LASTRO ANALISADA

Na Tabela 4 são mostrados os dados obtidos nos ensaios *in loco* e em laboratório para a caracterização físico química da água de lastro:

Tabela 4 - Resultados

Parâmetro	Resultados
Densidade (kg/L)	1,0250 ± 0,0005
Sólidos Suspensos (mg/L)	0,374 ± 0,015
Ferro Total (ppm)	0,1 ± 0,1
Alcalinidade (ppm)	114 ± 16
Dureza (ppm)	>320
Bromo (ppm)	<0,01
Cloro Livre (ppm)	0,01
Cloro Total (ppm)	0,03
pH	7,9 ± 0,1
Turbidez (NTU)	0,2
Transmitância à 254nm (%)	96,9 ± 1,7
Temperatura (°C)	21,8 ± 0,5

4.2 COMPARAÇÃO DE VALORES COM A LITERATURA

A densidade da água do mar varia conforme a temperatura e a salinidade. Porém, a água de alto mar, onde a concentração de sais é considerada constante, possui valor médio de 1,025 kg/L a uma temperatura de 25°C (SATO, 2012). A densidade da água de lastro estudada neste trabalho, também de 1,025 kg/L,

comprova que a troca da água foi realizada segundo recomendações da Organização Marítima Internacional (IMO, 2008).

Os valores obtidos para sólidos suspensos foi de 0,374 mg/L. Segundo Oemcke e Van Leeuwen (2003), deve-se tomar cuidado com os valores deste parâmetro, pois há um processo de floculação e sedimentação no interior dos tanques durante todo o período de trânsito da embarcação. Logo estes valores variarão dependendo da diferença de tempo entre captação e coleta de amostras, além da profundidade em que a amostra for coletada no tanque.

Conforme relatado no *Ballast Water Reporting Form* (disponível no Anexo B), a água de lastro foi trocada em 24 de Agosto de 2016 em alto mar, sendo a chegada da embarcação ao porto de Imituba no dia 13 de Setembro de 2016. Como o procedimento de coleta foi realizado em 17 de setembro de 2016, há um intervalo de 24 dias da troca da água até o momento da amostragem e de 4 dias desde a atracação do navio. Ressaltando que o método de coleta das amostra foi superficial.

Oemcke e Van Leeuwen (2003) demonstraram em seu trabalho a variação da concentração de ferro dissolvido e total conforme o método de coleta de amostra. Amostras obtidas pelo bombeamento do tubo de sondagem apresentam valores superiores (de 1 mg/L a 4,9 mg/L), enquanto aquelas obtidas do bombeamento da casa de máquinas ou diretamente no momento do deslastro apresentam valores inferiores (de 0,2 mg/L a 0,3 mg/L). Para a amostra coletada por meio de abertura da escotilha, obteve-se valor de 1,5 mg/L, acima dos 0,1 mg/L encontrados neste estudo.

Ainda destaca-se que a idade da embarcação pode influenciar os resultados das análises de ferro, pois em navios mais novos os processos de oxidação dos tanques não iniciaram ou estão em estágios iniciais, por outro lado, navios mais antigos já podem ter seus tanques mais afetados pela corrosão (OEMCKE; VAN LEEUWEN, 2003). O navio estudado foi construído em 2012, portanto, é relativamente novo, o que explica os baixos teores de ferro.

Além disso, o teor de ferro influencia diretamente outros parâmetros, como turbidez, transmitância, sólidos suspensos, alcalinidade e pH (OEMCKE; VAN LEEUWEN, 2003), justificando os valores baixos encontrados para turbidez e sólidos suspensos e alta porcentagem para transmitância.

Segundo Von Sperling (2005), valores de dureza acima de 300 mg/L CaCO_3 para a água a classificam como muito dura, o que leva a incrustação de carbonatos e bicarbonatos principalmente em altas temperaturas.

Desta forma, os valores acima de 320 mg/L CaCO_3 encontrados desencorajam a utilização de tratamentos térmicos para a desinfecção da água de lastro avaliada, pois levariam a incrustação destes carbonatos nas tubulações que transportam a água de lastro ao sistema de refrigeração dos motores, causando a obstrução do encanamento e encarecendo a manutenção do navio.

Apesar dos teores de alcalinidade, ferro, turbidez e pH estarem adequados ao tratamento por meio de desinfecção UV, os valores elevados de dureza podem afetar a solubilidade de metais que absorvem a radiação UV (EUA, 1999).

O abrandamento ou amolecimento da água (redução dos valores de dureza) pode ser feito por meio de processos químicos que promovem a precipitação ou solubilização dos bicarbonatos, sulfatos e cloretos (MACÊDO, 2004).

Macêdo (2004) sugere a utilização do processo de cal soda a frio e a quente para o abrandamento de águas com alta dureza (acima de 150 mg/L). O processo a frio pode levar a dureza a valores de 15 a 30 mg/L, enquanto o processo a quente de 5 a 15 mg/L. O processo é baseado na utilização de cal (CaO) e da soda ash (Na_2CO_3), dosando-se estes reagentes conforme o valor de dureza da água.

O teor de Bromo nas amostras estudadas foi indetectável para o Multiparâmetro utilizado no ensaio *in loco*. Segundo Winid (2015), há uma tendência de aumento na concentração de Bromo nas águas dos oceanos, principalmente devido a utilização deste elemento em sistemas de desinfecção de efluentes, aumento da utilização de fármacos que possuem Bromo em sua composição, além do crescimento de indústrias como a eletrônica e de plásticos, que também fazem uso deste elemento.

Sendo o Bromo um dos elementos que delimita a eficiência da desinfecção por ozônio, os baixos valores encontrados para este parâmetro indicam que esse pode ser um método adequado de desinfecção, pois haverá pouca reação entre ozônio e bromo, logo, baixa concentração de íons de hipobromito (OBr^-), um desinfetante fraco para pH mais elevado, mantendo-se a eficácia do tratamento (OEMCKE; VAN LEEUWEN, 2003).

No entanto, a alcalinidade sugere a formação de carbonatos e bicarbonatos na reação com o ozônio (OEMCKE; VAN LEEUWEN, 2003), agravando o problema relatado para a dureza.

Nosrati-Ghods et al. (2016) mostraram em seus estudos que a temperatura tende a ser mais elevada dentro dos tanques de lastro do que na água do mar da região e também que, quanto mais elevada a temperatura, maiores são os valores encontrados para a salinidade. De forma complementar, informa-se que a temperatura ambiente no momento da coleta era de 24°C e que a mínima no dia foi de 18°C. Estando portanto o valor de 21,8°C dentro do esperado.

4.3 IMPACTOS ASSOCIADOS À ÁGUA DE LASTRO IDENTIFICADA

Os principais impactos ambientais causados pela água de lastro estão relacionados aos caso de bioinvasão ao redor do mundo. Para que este fenômeno ocorra, é necessário que a água de lastro apresente características semelhantes às do ambiente de origem da espécie invasora.

Verificou-se que a água de lastro estudada apresenta características muito similares a de outros estudos ao redor do mundo, principalmente com aqueles expostos na Tabela 3, resultados obtidos por Oemcke e Van Leeuwen (2003).

Quimicamente, a água de lastro encontrada nos tanques da embarcação *Double Pride* no porto de Imbituba, não representam uma ameaça à vida marinha, a atividade portuária ou a comunidade local, porém por apresentar características muito similares a de outros estudos, torna-se portanto um possível agente de bioinvasão na região, permitindo que outros organismos se desenvolvam dentro dos tanques de lastro e venham a se instalar.

5 CONCLUSÕES

A coleta de amostras ficou limitada pela capacidade do porto de receber embarcações vindas de águas internacionais que atendessem os requisitos estabelecidos para o estudo de caracterização de água de lastro.

Segundo a literatura, os diferentes métodos de coleta de amostras interferem na determinação dos parâmetros, sendo estes métodos determinados pelo *design* da embarcação e não havendo, portanto, padronização na amostragem.

Os parâmetros analisados neste trabalho possibilitaram avaliar parcialmente, com base nas referências bibliográficas, a variabilidade destes valores em outros estudos, bem como a eficiência da troca da água de lastro na qualidade da água descartada pelo navio *Double Pride* no Porto de Imbituba.

A água apresentava-se cristalina, com 0,2 NTU de turbidez, transmitância de aproximadamente 97% para 254nm, baixo teor de bromo, de ferro e de sólidos suspensos. A alcalinidade estava dentro dos valores encontrados por Oemcke e Van Leeuwen (2003) em seus estudos.

Destaca-se os altos valores encontrados para a dureza, que indicam a formação de incrustações de carbonatos nos tanques e sistemas de bombeamento.

Os parâmetros estudados demonstram que a água de lastro analisada possui características similares às do oceano, podendo assim, agir como meio para o transporte de organismos vivos de outras regiões do planeta para o litoral brasileiro, sendo o risco da bioinvasão real.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- A análise de outros parâmetros como o oxigênio dissolvido, o carbono orgânico dissolvido e o nitrogênio;
- A coleta de amostras de diferentes navios seja realizada ao longo de um período maior de tempo e de diferentes profundidades dos tanques, monitorando a qualidade da água de lastro e determinando-se valores mais próximos da realidade;
- A caracterização biológica da água de lastro, identificando patógenos que podem comprometer a saúde pública e equilíbrio ambiental, assim como organismos não pertencentes ao bioma local.

REFERÊNCIAS

AEMARDF. Nomenclatura das Embarcações. Disponível em: <<http://aemardf.webnode.com.br/>> Acessado em: 16 mai. 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 ed. Baltimore: American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2011.

AUSTRALIA. **National Control Plan for the Northern Pacific** seastar *Asterias amurensis*. Aquanal Pty Ltd, Tasmania, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Transporte Aquaviários – ANTAQ. **Panorama Aquaviário.**, Brasília, v.6, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/PanoramaAquaviario6.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Transporte Aquaviários – ANTAQ. **Meio Ambiente: Água de Lastro**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_AguaDeLastro.asp> Acesso em: 12 abr. 2016.

CARLTON, J.T. et al. **Shipping Study**. The Role of Shipping in 31 the Introduction of Nonindigenous Aquatic Organismos to the Coastal Waters of the United States 32 (other than the Great Lakes) and an Analysis of Control Options. Report No. CG-D-11-95, U.S. 33 Coast Guard, Groton CT and U.S. Dept. of Transportation, Washington DC. 1995.

COLLYER, W. **Água de Lastro, Bioinvasão e Resposta Internacional**. Revista Jurídica. Presidência de República. 2007.

COMPANHIA DE DOCAS DO ESTADO DA BAHIA – CODEBA. **Sistema Portuário Brasileiro**. Disponível em <<http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodoba/pt-br/site.php?secao=sistemaportuariobrasileiro>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 274. Diário Oficial da União (DOU), s. 1, p. 70-71, 2000.

COSTA, Eliardo Guimarães da. **Aspectos Estatísticos da Amostragem de Água de Lastro**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

DANG, Kun; SUN, Pei-ting; XIAO, Jing-kun; SONG, Yong-xin. Eradication of algae in ships' ballast water by electrolyzing. **Journal of Marine Science and Application**. V. 5, n.4, dez. 2006, p. 58-61.

DARRIGAN, Gustavo; DAMBORENEA, Cristina. A South American bioinvasion case history: *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel*. **Amer. Malac. Bull**, La Plata, n. 20, p. 105-112, 2005. Disponível em: <http://www.malacologia.com.ar/MALACOLOGIA/PDF/Darrigran_Damborenea_2005.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

DHI GROUP. **Development of guidance on how to analyze a ballast water sample**. Final report to: The European Maritime Safety Agency (EMSA). Hørsholm. DHI. 2010. 32 p.

DREHER MANSUR, M. C., C. P. dos Santos, G. Darrigran, I. Heydrich, C. T. Callil, F. R. Cardoso. 2003. **Primeros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente**. Revista Brasileira de Zoologia 20: 75-84.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA). Environmental Protection Agency. **Wastewater Technology Fact Sheet: Ultraviolet Disinfection**. Office of Water, Washington D.C., 1999.

FONSECA, Murilo M. **Arte Naval**. 5. ed. v. 1. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1989.

GOOGLE MAPS. **Localização do Porto de Paranaguá**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/SCPar+Porto+de+Imbituba+S.A/@-28.2342525,-48.677646,14.25z/data=!4m5!3m4!1s0x9526b5f7161f2e0f:0x47a01b44d54af934!8m2!3d-28.2290119!4d-48.6505508>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

HINES, A. H.; RUIZ, G. M. Biological invasions of cold-water coastal ecosystems: Ballast-mediated introductions in PortValdez/ Prince William Sound, Alaska. Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater. 2000. Disponível em: <<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/climatologies>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

HUSAIN, M.; FELBECK, H.; APPLE, R.; ALTSHULLER, D; QUIRMBACH, C. Ballast water treatment by de-oxygenation with elevated CO₂ for a shipboard installation – a potentially affordable solution. 2nd International Ballast Water Treatment R&D Symposium. IMO, Londres, n.15, p.48-64, 2003.

IMBITUBA. Disponível em: <<http://www.imbituba.sc.gov.br/a-cidade/aspectos-ambientais>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=420730>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). 1st International Ballast Water Treatment Standards Workshop. n.4, 2001.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Report of the Marine Environment Protection Committee, Anex 3: Resolution MEPC 173(58) – Guidelines for ballast water sampling (G2). Relatório técnico MEPC 58/23. IMO, Londres, Reino Unido, 2008.

INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP (ISSG). **View 100 of the World's Worst Invasive Alien Species**. Disponível em: <http://www.issg.org/worst100_species.html>. Acesso em: 23 abr. 2016.

ITAIPU BINACIONAL, Mexilhão dourado. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/meioambiente/mexilhao-dourado>> Acesso em: 07 mai. 2016.

LEFFLES, C.E.; ROGERSON, A.; PAUL, W.; GERMAINE, G.; ELLIOT, M.; ANTONELLI, V.; GRUBS, S.; CAMPBELL, C.; BEALL, G.; SALAMONE, A. Electro-sanitization of ballast water. Second International Symposium on Ballast Water Treatment. International Maritime Organization, Londres, Reino Unido, p.111-124, 2004.

LIMA, Leandro Cota de. **Gestão da Água de Lastro: Um Problema Mundial e suas implicações Locais**. 2013, 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização em Gestão Portuária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas & Águas**. 2 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004.

MANSUR, C.D. et al. **Limnoperna fortunei (Dunker, 1857), molusco bivalve invasor, na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul**, 2003.

MANSUR, M.C.D., RICHINTITI, L.M.Z. & DOS SANTOS, C.P. **Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil**. *BioCiências* 7:147-149, 1999.

MARTINELLI FILHO, José Eduardo. **A associação entre zooplâncton e *Vibrio cholerae* no complexo estuarino de Santos – Bertioga e Plataforma adjacente**. 2007. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARTINS, M. L. **Limnoperna Fortunei: mexilhão dourado atualidade e perspectivas futuras**. *Revista PCH Notícias & SHP NEWS*, nº 47. 2011.

MARINHA DO BRASIL. **Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios NORMAM-20/DPC**. rev.1. 2014. Disponível em: <<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam20.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2016.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. **Resolução A.868 (20) - IMO**. Diretrizes para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios, para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/lastro/_arquivos/a86820pt.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2016.

MEDEIROS, Douglas Siqueira de; NAHUIZ, Marcio Augusto Rabelo. Avaliação da introdução de Espécies Marinhas Exóticas por meio de Água de lastro no Terminal Portuário de Ponta Ubu (ES). **InterfacEHS Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**. v. 1, n. 2, seção 1, dez. 2006.

MEPC. Guidelines for Ballast Water Sampling (G2), IMO Resolution MEPC. 173 (58), International Maritime Organization. Londres, Reino Unido, 2008.

MEPC. Guidelines for Approval of Ballast Water Management Systems (G8), IMO Resolution MEPC. 174(58), International Maritime Organization. Londres, Reino Unido, 2008.

MESBAHI, Ehsan. Latest results from testing seven diferente technologies under the EU MARTOB project – Where do we stand now? In: Matheickal JT, Raaymakers S (eds), Second International Symposium on Ballast Water Treatment. International Maritime Organization, Londres, Reino Unido, p.210-230, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Segurança Química: Água de Lastro, contexto**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agua-de-lastro/contexto>> Acessado em: 23 abr. 2016, 16:18.

NATIONAL RESEARCH COUNVIL (NRC) MARINE BOARD. **Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenoues Species by Ship`s Ballast Water**. Committee on Ship`s Ballast Operations, Marine Board, Comission on Engineering and Technical Systems, NRC. National Academy Press, Washington, D.C. 1996.

NISHA. V; ACHYUTHAN, H. Physico-chemical parameters of the SW and post NE monsoon (2009) seawater along the continental slope, Tamil Nadu, east coast of India, Bay of Bengal. **Continental Shelf Research**. n. 72. p. 99-106. 2013.

NOSRATI-GHODS, Nosaibeh; GHADIRI, Mehdi; FRUH, Wolf-Gerrit. Management and environmental risk study of the physicochemical parameters of ballast water. **Marine Pollution Bulletin**, p. 11, 2016.

OEMCKE, D. J.; VAN LEEUWEN, J(Hans). Chemical and Physical Characterizaion of Ballast Water: Part1: Effects on ballast water treatment processes. **J. of Marine Env. Engg**. V. 7, 2003, p. 47-64.

PARANÁ. **Portos do Paraná monitoram origens da água de lastro**. Agência de Notícias do Paraná, nov. 2015. Disponível em <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=86617>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

PEREIRA, Newton Narciso. **Alternativas de Tratamento da Água de Lastro Em Portos Exportadores de Minério de Ferro**. 2012. 349 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PERSICH, Graziela da Rosa; GARCIA, Virginia Maria Tavano. Ocorrência de cistos de dinoflagelados, com ênfase em espécies potencialmente nocivas, no sedimento próximo à desembocadura da laguna dos patos (RS). **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, n.2, p.123-133, 2003.

PORT PHILLIP BAY. Northern Pacific Seastar. Disponível em: <<http://portphillipmarinelife.net.au/species/7768>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

PORTO DE IMBITUBA. Disponível em: <<http://www.portodeimbituba.com.br/>> Acesso em: 20 ago. 2016.

RIGBY, G.; HALLEGRAEFF, G. The transfer and control of harmful marine organisms in shipping ballast water: behavior of marine plankton and ballast water exchange trials on the MV "Iron Whyalla". **J. Marine Environ. Eng.** 1. p. 91-110, 1994.

RIGBY, Geoff; TAYLOR, Allan H. Ballast Water Treatment – An Overview of Options. 1st International Ballast Water Treatment R&D Symposium. IMO, Londres, n.5, p.3-6, 2001.

RIGBY, Geoff; TAYLOR, Alan H. Progress in the Management and Treatment of Ship's Ballast Water to Minimize the Risks of Translocating Harmful Nonindigenous Aquatic Organisms. **Marine Bioinvasions: Proceedings of the First national Conference**. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, p.344-356, 1999.

ROCHA, Rosana M. da; KREMER, Laura P. Introduced Ascidiens in Paranaguá Bay, Paraná, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v. 22, p. 1171-1184, dez. 2005.

S. SANT'ANA, Anderson de; SILVA, Shênia C. F. L.; FARANI, Ivan O. Jr.; AMARAL, Calor H. R.; MACEDO, Vanessa F. Qualidade Microbiológica de Águas Minerais. **Ciênc. Tecnolo. Aliment.** Campinas, n. 23, p. 190-194, dez. 2003.

SANTOS, Cinthia Pinheiros dos. **Desenvolvimento de metodologia para controle das larvas de *Limnoperna fortunei* com o uso de radiação ultravioleta e seus impactos sobre *Microcystis aeruginosa* potencialmente presentes na água superficial**. 2011. 83 f. Tese (Doutorado em Ciências com ênfase em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SATO, Olga T. **Oceanografia Física: Propriedades Físicas da Água do Mar: temperatura, salinidade, pressão, profundidade, densidade, velocidade do som**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo .São Paulo. 2012.

SOUZA, Rosa Cristina Corrêa Luz de; CALAZANS, Sálvio Henrique; SILVA, Edson Pereira. **Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático**. *Cienc. Cult.* [online]. 2009, vol.61, n.1, pp. 35-41. ISSN 2317-6660.

TALLEY, Lynne D. Chapter 3: Physical Properties of Seawater. In: George L. Pickard. Descriptive Physical Oceanography. 6ª. Edição. 2011. p. 65.

TAMBURRI, M.N., WASSON K., & MATSUDA, M. Ballast water deoxygenation can prevent aquatic introductions while reducing ship corrosion. **Biological Conservation**. 103, p. 331-341. 2002.

TAMELANDER, J; RIDDEING, L; HAAG, F.; MATHEICKAL, J. Traduzido ao Espanhol, Versão Latino-americana por PLATA, J; M.I, Criales-Hernandez. Procedimientos para el Desarrollo de la Estrategia Nacional de Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques. GEF-UNDP-IMO GloBallast, Londres, Reino Unido e IUCN, Gland, Suíca. Monografia n. 18 GloBallast. 2010.

TAYLOR, M. D.; BRUCE, E. J. Mid ocean ballast water exchange: shipboard trials of methods for verifying efficiency. Report prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Institute, Halifax, New Zealand, Report No. 524. p. 64, 2000.

The Exotics Guide: Non-native Marine Species of North American Pacific Coast. Disponível em: <<http://www.exoticsguide.org/>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Nonindigenous Aquatic Species Database. Gainesville, Florida. Disponível em: <<http://nas.er.usgs.gov/>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (UFT). Disponível em: <http://www.uft.edu.br/parasitologia/pt_BR/exames/Imunofluorescência/> Acesso em: 29 mai. 2016.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

WINID, Bogumila. Bromine and water quality – Selected aspects and future perspectives, **Applied Geochemistry**. 2015.

WONHAM, M. J. Transoceanic transport of ballast water: biological and physical dynamics of ballasted communities and effectiveness of midocean exchange. Smithsonian Environmental Research Center, 1996.

ANEXO A - SHIP'S PARTICULARS

SHIP'S PARTICULARS					
SHIP'S NAME	M/V "DOUBLE PRIDE"		CALL SIGN	V7ZF5	
TYPE	BULK CARRIER				
FLAG	MARSHALL ISLANDS		PORT OF REGISTRY	MAJURO	
IMO NUMBER	9633123		OFFICIAL NUMBER	4811	
REGISTERED OWNER	BRIGHT CARRIER S.A - ADD : 53 RD STREET , URBANIZACION OBARRIO , SWISS TOWER ,16 TH FL , PANAMA , REPUBLIC OF PANAMA				
MANAGER /OPERATOR	SUGAHARA KISEN CO., LTD. - ADD : 18-9, NIGATA , SANBASHI-DORI , KURE-SHI , HIROSHIMA - PREF, JAPAN				
CHARTERER	PCL (shipping) Pte. Ltd		BROKER :	IMECS.	
BUILDER	IMABARI SHIPBUILDING CO., LTD (KOYO DOCKYARD) , JAPAN				
KEEL LAID	20th NOV. 2010		YEAR BUILT :	2012	
DATE OF LAUNCHING	30th JUL. 2012		DATE OF DELIVERY:	28th SEP. 2012	
CLASS	NK				
LOA - LENGTH OVERALL	234.98 m		LBP	227.00 m	
BREADTH (MOULDED)	38.00 m		DEPTH (MOULDED)	19.90 m	
DISTANCE BRIDGE TO BOW	201.9 m	DISTANCE BRIDGE TO STERN		33.0 m	
HEIGHT (KEEL TO RADAR MAST)	48.92 m				
SPEED	SERVICE: 15.0 KTS.(AT NOR., 15% S.M)				
FREEBOARD & DEADWEIGHT	FREEBOARD	DRAFT	DISPLACEMENT	DEADWEIGHT	TPC
SUMMER	5,483mm	14.468M	110,378MT	95,707MT	83.6
TROPICAL	5,182mm	14.769M	112,896MT	98,225MT	83.7
WINTER	5,784mm	14.167M	107,865MT	93,194MT	83.5
FRESH WATER	5,153mm	14.798M	110,379MT	95,708MT	83.7
TROPICAL FRESH	4,852mm	15.099M	112,838MT	98,167MT	83.8
WINTER NORTH ATLANTIC	5,784mm	14.167M	107,865MT	93,194MT	83.5
TONNAGE	GROSS TONNAGE - GT		NET TONNAGE	LIGHT SHIP	
INTERNATIONAL	50,626.00		31,470.00	14,671.00	
ANCHOR	PORT & STARBOARD: 9,293KG X 12.5 SHACKLES X 27.5 M				
FRESH WATER ALLOWANCE	330 mm				
MAXIMUM HELM ANGLE	35 degree PORT AND STARBOARD				
MAIN ENGINE	TYPE : HITACHI-MAN B&W 6S60MC (Mark-7) , POWER : M.C.R: 12,950 KW X 101.0 RPM / NOR.: 11,010 KW x 95.7 RPM (85%) , 15 kts				
PROPELLER	4 BLADES, SOLID TYPE x 7,200mm dia x 4,975.2mm (0.7R), 4,735.9mm (Mean) pitch				
GENERATOR	BRUSHLESS A.C. Gen. 450V, 60Hz, 625KVA (500KW) x 3 SETS				
EMERGENCY GENERATOR	450 V x 150 KW				
ARGO HOLDS CAPACITY	Hold in Cu. Ft.	Hatch way in Cu.Ft.	TOTAL	LCG/XG	VCG/KG
CARGO HOLD NO. 1	499,002.00	12,365.00	511,367.00	-88.59	11.23
CARGO HOLD NO. 2	549,665.00	15,029.00	564,694.00	-62.83	11.08
CARGO HOLD NO. 3	548,985.00	15,029.00	564,014.00	-36.31	11.07
CARGO HOLD NO. 4	548,770.00	15,029.00	563,799.00	-9.76	11.07
CARGO HOLD NO. 5	549,370.00	15,029.00	564,399.00	16.79	11.08
CARGO HOLD NO. 6	549,697.00	15,029.00	564,726.00	43.31	11.08
CARGO HOLD NO. 7	518,152.00	15,029.00	533,181.00	69.56	11.55
GRAND TOTAL	3,763,641.00	102,539.00	3,866,180.00		
COMMUNICATION EQUIPMENT					
MARSAT - FB500	TEL	(+870)773192194	INMARSAT C -	453837938@satmailc.com	
	FAX	(+870)783196194	MMSI -	538004811	
			E-mail:	postmaster.V7ZF5@globeemail.com	

Capt. PHAN TRONG THONG

ANEXO B - BALLAST WATER REPORTING FORM

ANEXO B

BALLAST WATER REPORTING FORM

Ballast Water Exchange
 Ballast Water Exchange
 Ballast Water Treatment System
 Ballast Water Treatment System

2. BALLAST WATER AND TANKS INFORMATION

Total Number of Ballast Tanks on Board: 15	Number of Tanks in Ballast: 5
Number of Tanks with Ballast Water Exchange: 5	Number of Tanks without Ballast Water Exchange: 10
Total Ballast Water on Board (m ³): 9563.44	Total Ballast Water Capacity (m ³): 45,912.51

1. SHIP INFORMATION

Vessel Name: Double Pride	Arrival Port: Imbituba - Brazil
IMO Number / Call Sign: V7ZF5	Arrival Date at the Port: 13-Sep-2016
Flag: MARSHALL ISLANDS	Previous Port and Country: Santos - Brasil
Type of Vessel / Gross Tonnage: 50,626.00	Next Port and Country: Amsterdam-Netherlands
Owner: BRIGHT CARRIERS S.A	Agent: CARGILL AGRICOLA S/A

3. BALLAST WATER HISTORY (Register all tanks that will discharge ballast water on the arrival port - If none go to item 5)

Tanks (*) (List multiple sources per tank separately)	BALLAST WATER SOURCE INFORMATION				BALLAST WATER EXCHANGE INFORMATION				BALLAST WATER DISCHARGE INFORMATION						
	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	Volume (m ³)	Temp (°C)	Salinity	Date dd/mm/yy	Local Depth (m)	% Exchange	Volume (m ³)	Exchange Method (**)	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	Volume (m ³)	Salinity	
FPT	30-Jul-16	MORMUGAO	1,800	27	1.018	24-Aug-16 00:24 E	31-03 S 00:24 E	9,000	325.69	4000	2	3-Sep-16	Santos	1,800	1.025
No.1 WBT & TST (P & S)	30-Jul-16	MORMUGAO	3,325.52	27	1.018	23-Aug-16 00:49 E	31-53 S 00:49 E	10,800	324.76	5190	2	3-Sep-16	Santos	3,325.52	1.025
No.2 WBT & TST (P & S)	30-Jul-16	MORMUGAO	4,222.08	27	1.018	24-Aug-16 00:54 E	31-44 S 00:54 E	13,800	326.85	4796	2	3-Sep-16	Santos	4,222.08	1.025
No.3 WBT & TST (P & S)	30-Jul-16	MORMUGAO	8,471.84	27	1.018	24-Aug-16 00:56 E	31-50 S 00:56 E	27,900	329.32	4600	2	3-Sep-16	Imbituba	6,044.48	1.025
No.4 WBT & TST (P & S)	30-Jul-16	MORMUGAO	7,166.24	27	1.018	24-Aug-16 00:24 E	31-21 S 00:24 E	23,400	326.53	2500	2	3-Sep-16	Santos	7,166.24	1.025
No.5 WBT (P & S)	30-Jul-16	MORMUGAO	2,079.42	27	1.018	24-Aug-16 00:13 W	31-25 S 00:13 W	6,750	324.61	4449	2	3-Sep-16	Imbituba	2,079.42	1.025
DIRTY WT(P&S)	N/A														
AFT	30-Jul-16	MORMUGAO	1,439.54	27	1.018	25-Aug-16 00:13 W	30-56 S 00:13 W	4,800	333.43	3400	2	3-Sep-16	Imbituba	1,439.54	1.025
No.4 C H	N/A														

(*) Codes for Ballast Water Tanks: Forepeak = FP / Aftpeak = AP / Double Bottom = DB / Wing = WT / Topside = TS / Cargo Hold = CH / Other = O

(**) Exchange Method: Dilution (1) / Flow Through (2) / Empty/Refill (3)

3.1. OTHER INFORMATION OF BALLAST WATER EXCHANGE

If exchanges were not conducted, state other control action(s) taken:

4. INFORMATION ON BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM*

System's Trade Name: _____ Installation Date: _____

Manufacturer:	International Certificate's Expiration Date:
---------------	--

If no action was taken, state why not:

5 ADDITIONAL INFORMATION: Is There a Ballast Water management Plan on Board? (✓) YES () NO	Is There the International Convention on Board? (✓) YES () NO
Was the Ballast Water Management Plan Implemented? (✓) YES () NO	Is There the IMO Resolution A.868(20) on Board? (✓) YES () NO

DAO KIEN CHUNG
RESPONSIBLE OFFICERS NAME AND TITLE (CAPITAL LETTER)

SIGNATURE



NORMAM-20/DPC
REV.1

ANEXO C - CARGO OPERATIONS CONTROL FORM

CARGO OPERATIONS CONTROL FORM			MV. DOUBLE PRIDE			Date : 15 SEP 2016			Revision No.1		
Loading Port: IMBITUBA / BRASIL Disch. Port: AMSTERDAM / NETHERLANDS			Dock water Density: 1.0230 Max Air-draft in berth: 700 Max Draft in berth: 16,800			Voy. No.: V-27 No. of Loader / Unloader: 01 Max Load/Disch. Rate: MT/Day Ave. Load/Disch. Rate: 16,800			Ballast P/in Rate: 1800 M ³ /Hr Ballast P/O Rate: 2000 M ³ /Hr Ballast Pump No 1: 2000 M ³ /Hr Ballast Pump No 2: 2000 M ³ /Hr Ballast Educator: 200 M ³ /Hr Grav. Out (TST): M ³ /Hr		
FOR LOADING IN IMBITUBA - BRASIL											
		H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
E/R	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL	SOYABEANMEAL
	SBM	NON-GMO	SBM	NON-GMO	SBM	NON-GMO	SBM	NON-GMO	SBM	NON-GMO	SBM
	5880 MT	9770.915 MT	10382.76 MT	9589.165 MT	5880 MT	9917.835 MT	9261.57 MT	5880 MT	9917.835 MT	9261.57 MT	5880 MT
	55.36%	98.42%	98.42%	98.42%	52.33%	98.42%	98.42%	52.33%	98.42%	98.42%	52.33%
Total:											
		Total: 60,642,245 MT									
		Observed values									
		Draft									
		FWD									
		AFT									
		MID									
		BM									
		SF									
		63%									
		29%									
		37%									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									
		10.42									
		10.42									
		10.13									
		10.72									