

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA NAVAL

RENAN CAMPANHÃ FORTE

A GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO NAS FROTAS DOS
PRINCIPAIS ARMADORES DO MUNDO

Joinville

2019

RENAN CAMPANHÃ FORTE

A GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO NAS FROTAS DOS
PRINCIPAIS ARMADORES DO MUNDO

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia Naval do Centro
Tecnológico de Joinville da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Claudimir A. Carminatti

Joinville

2019

RENAN CAMPANHÃ FORTE

A GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO NAS FROTAS DOS
PRINCIPAIS ARMADORES DO MUNDO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Naval, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Claudimir A. Carminatti
Orientador
Presidente

Profa. Dra. Derce de Oliveira Souza Recouvreux
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Luis Fernando Peres Calil
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus amados pais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida que me proporciona. Aos meus pais Edevar e Denise por disponibilizarem amor e recursos para que pudesse chegar até aqui, impossível descrever em palavras o quanto sou grato por tê-los como pais, sem vocês jamais conseguiria. Ao meu irmão Matheus pelo apoio de sempre.

A minha namorada Carolina que me acompanhou durante todo período acadêmico, me aguentando em todas as fases difíceis, incentivando e comemorando cada etapa concluída, tenho certeza que sem você tudo seria extremamente mais difícil.

A todos meus amigos que de alguma forma me ajudaram nessa caminhada.

Ao professor orientador Carminatti, que desde a primeira reunião me tratou de maneira excepcional, não poupando esforços para ajudar, corrigir e incentivar em todo desenvolvimento do trabalho.

Por fim agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina por proporcionar todos os recursos necessários para atingir meu objetivo, além de me fazer crescer como pessoa.

RESUMO

A água de lastro é um componente essencial para a operação segura de uma embarcação, pois ela auxilia no controle da estabilidade e outras funções. Porém, juntamente com a água do mar, também são captados organismos que podem ser transportados de uma região para outra através dos tanques de lastro. Sem um devido gerenciamento, estas espécies invasoras podem tornar-se um problema nas regiões em que são despejadas, colocando em risco a vida marinha local e podendo causar complicações para a vida humana. Dessa forma, surgiram normas internacionais para o controle e gerenciamento da água de lastro, como a Convenção *Ballast Water Management* (BWM) da *International Maritime Organization* (IMO), e as normas de gerenciamento da *United States Coast Guard* (USCG). Dentre os requisitos dessas normas está a obrigatoriedade de todo navio instalar um sistema de gerenciamento de água de lastro que atenda os padrões exigidos para descarte desta água. Sendo assim, este trabalho analisa como os principais armadores do mundo estão adequando suas frotas para estarem em conformidade com as normas, realizando um paralelo com os sistemas aprovados pela IMO e USCG para exercer a função, mostrando quais métodos de tratamento estão sendo mais utilizados. Além disso, também foi realizada uma entrevista com o gerente de operações do terminal APM de Itajaí-SC, para entender melhor como esse tema está sendo abordado na prática. Portanto, este trabalho contém conteúdos atualizados sobre a legislação de água de lastro e os sistemas disponíveis para serem equipados a bordo, importantíssimos para a indústria naval e futuros projetos.

Palavras-chave: Água de lastro. Convenção BWM. Norma USCG. Sistema de gerenciamento de água de lastro.

ABSTRACT

Ballast water is an essential component for the safe operation of a vessel, it helps controlling stability and other functions. However, along with seawater, organisms are also captured that can be transported from one region to another through ballast tanks. Without proper management, these invasive species can become a problem in areas where they are dumped, endangering local marine life and potentially causing complications for human life. Thus, international standards for ballast water control and management have emerged, such as the International Maritime Organization (IMO) Ballast Water Management Convention (BWM), and the United States Coast Guard (USCG) management standards. Among the requirements of these standards is the obligation for every ship to install a ballast water management system that meets the required standards for disposal of this water. Therefore, this paper examines how the world's leading shipowners are adapting their fleets to comply with the standards, drawing a parallel with the IMO and USCG approved systems to perform the function, showing which treatment methods are being used the most. In addition, a interview was also conducted with the APM terminal of Itajaí-SC, to better understand how this theme is being approached in practice. Therefore, this paper contains uptaded contents on ballast water legislation and the systems available to be equipped on board, which are very important for the shipping industry and future projects.

Keywords: Ballast Water. BWM Convention. USCG Regulation. Ballast Water Management System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Embarcação em procedimento de despejo de água de lastro.	16
Figura 2 – Número de artigos registrados no <i>Scopus</i> com palavra chave “água de lastro” entre 1990 e 2018.	18
Figura 3 – Lastro e deslastro de uma embarcação.	19
Figura 4 – Sistema de captação de água de lastro.	20
Figura 5 – <i>Carcinus maenas</i> : o caranguejo-verde.	21
Figura 6 – <i>Eriocheir sinensis</i> : o caranguejo-chinês.	22
Figura 7 – <i>Limnoperna fortunei</i> : mexilhão-dourado.	23
Figura 8 – Tubulação obstruída pelo mexilhão-dourado.	24
Figura 9 – Fluxograma de obtenção de dados	31
Figura 10 – Navio porta-contêiner da classe triplo-E da Maersk.	33
Figura 11 – Navio porta-contêiner da MSC.	34
Figura 12 – Navio porta-contêiner da Cosco.	34
Figura 13 – Navio porta-contêiner da ZIM.	35
Figura 14 – Navio porta-contêiner da Hapag-Lloyd.	35
Figura 15 – Navio RoRo da Wallenius Wilhelmsen.	36
Figura 16 – Navio porta-contêiner da CMA CGM.	36
Figura 17 – Navio porta-contêiner da Evergreen.	37
Figura 18 – Navio porta-contêiner da Yang Ming.	37
Figura 19 – Navio gaseiro de Gás Natural Liquefeito da NYK.	38
Figura 20 – Navio graneleiro da Star Bulk.	38
Figura 21 – Processo de tratamento de água por radiação UV.	45
Figura 22 – Métodos de tratamento aprovados pela USCG.	49
Figura 23 – Evolução da quantidade de sistemas aprovados pela USCG.	50
Figura 24 – Processo de filtragem e eletro-cloração <i>Wärtsilä Aquarius EC BWMS</i>	52
Figura 25 – Operação de lastreamento do BWMS da NYK.	53
Figura 26 – Operação de deslastreamento do BWMS da NYK.	53
Figura 27 – BWMS <i>BIO-SEA</i> da empresa francesa <i>BIO-UV</i>	54
Figura 28 – BWMS da Hapag Lloyd.	55
Figura 29 – Terminal APM de Itajaí-SC.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade de lastro de alguns tipos de embarcação.	17
Tabela 2 – Empresas com maior capacidade de contêineres no mundo em 2019.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Padrões de desempenho exigidos pela IMO e USCG para Água de Lastro.....	27
Quadro 2 – Local onde os relatórios das empresas foram encontrados.....	30
Quadro 3 – Conscientização das empresas sobre os problemas causados pelo gerenciamento incorreto de água de lastro.	39
Quadro 4 – Adequação das frotas dos armadores em relação à regra D-2 e normas da USCG.	42
Quadro 5 – Sistemas de tratamento de água de lastro aprovados pela USCG.	47
Quadro 6 – Sistemas de tratamento de água de lastro utilizados pelas empresas.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BWM – *Ballast Water Management*

BWMS – *Ballast Water Management System*

IMO – *International Maritime Organization*

NORMAM – Normas da Autoridade Marítima

TEU – *Twenty Foot Equivalent Unit*

USCG – *United States Coast Guard*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 ÁGUA DE LASTRO.....	15
2.2 IMPACTO AMBIENTAL.....	18
2.3 CONVENÇÃO BWM.....	24
2.4 NORMA DE GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO DA USCG.....	26
2.5 REGULAMENTAÇÃO DE ÁGUA DE LASTRO NO BRASIL	27
3 METODOLOGIA.....	29
4. DESENVOLVIMENTO.....	32
4.1 OS ARMADORES	32
4.2 CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE OS PROBLEMAS CAUSADOS PELO GERENCIAMENTO INCORRETO DA ÁGUA DE LASTRO.....	39
4.3 ESTÁGIO ATUAL DA ADAPTAÇÃO DAS FROTAS ÀS NORMAS	40
4.4 DESAFIOS PARA ADAPTAÇÃO DOS NAVIOS.....	42
4.4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO	44
4.4.1 Filtração.....	44
4.4.2 Radiação Ultravioleta.....	44
4.4.3 Biocidas.....	45
4.4.4 Desoxigenação	45
4.4.5 Ozônio	45
4.4.6 Aquecimento	46
4.4.7 Eletrólise	46
4.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO APROVADOS PELA IMO E USCG.....	46
4.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADOS PELOS ARMADORES.....	51
5 ENTREVISTA COM O GERENTE DE OPERAÇÕES DO TERMINAL APM DE ITAJAÍ-SC	56
6 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Um dos modais mais importantes para a indústria e logística no Brasil, o transporte marítimo pode ser considerado como a espinha dorsal do comércio e da economia, responsável por uma proeminente movimentação de cargas e geração de empregos (CECATTO, 2018). Devida a importância comercial das cargas transportadas pelas embarcações, a água de lastro garante que as embarcações operem em condições seguras no que se refere à estabilidade e manobrabilidade, além de distribuir as tensões nos cascos dos navios (PEREIRA, 2012).

A água do mar captada para o lastro possui organismos que, quando introduzidos em locais diferentes de seu habitat natural, podem trazer grandes riscos para a vida marinha e humana - o que torna o transporte marítimo a principal fonte de transferência não intencional de organismos via descarga de água de lastro (TAKAHASHI, 2008).

Sendo assim, em 2004 foi formulada pela Organização Marítima Internacional (IMO) a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos (Convenção BWM – *Ballast Water Management*). Essa Convenção tem o propósito de prevenir, minimizar e eliminar os riscos da introdução de organismos aquáticos nocivos e agentes patológicos existentes na água de lastro (IMO, 2004).

Apesar de ter sido aprovada internacionalmente em 13 de fevereiro de 2004, a Convenção só passou a vigorar a partir de 08 de setembro de 2017, em razão do artigo 17 da Convenção estabelecer que a mesma somente entraria em vigor doze meses após a adesão de pelo menos trinta Estados cujas frotas mercantes combinadas constituíssem 35% ou mais da arqueação bruta da frota mercante mundial (IMO, 2004). Esta condição foi atingida com a adesão da Finlândia em setembro de 2016.

Dentre as normas e regras estabelecidas pela Convenção BWM, uma delas diz respeito à eficiência do tratamento da água de lastro (regra D-2), que estabelece que a água descartada não deva exceder um limite de concentração de organismos. Para atingir o padrão imposto, torna-se necessário a instalação de um sistema de tratamento de água de lastro a bordo da embarcação (KIM, 2013).

Contudo, em julho de 2017, o *Marine Environment Committee* (MEPC-71) decidiu que o cumprimento da regra D-2 para as embarcações existentes estaria vinculado à data de renovação do *International Oil Pollution Certificate*, o que na prática adiou o prazo de cumprimento em pelo menos dois anos.

Portanto, as embarcações deveriam, até o ano de 2019, possuir um sistema de gerenciamento de água de lastro a bordo, ou pelo menos um planejamento adequado.

Além da Convenção BWM, as embarcações deverão também seguir as normas da *United States Coast Guard* (USCG) para poder navegar em águas dos Estados Unidos. Estas normas entraram em vigor em 2012 e, embora muito semelhantes, são ainda mais restritas que as da Convenção.

Sendo assim, para estarem em conformidade com as normas, os portos, marinas e estaleiros devem se adaptar para atender as regras e normas estabelecidas pela IMO e USCG. Por outro lado, a falta de informações claras relacionadas ao tipo de penalidade no caso de não cumprimento das regras torna-se um motivo para os armadores e estaleiros postergarem essa adaptação.

1.1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é apresentar como os principais armadores do mundo estão se adaptando as exigências das normas da Convenção BWM e da USCG em relação ao tratamento da água de lastro, bem como os métodos e sistemas de tratamento que estão sendo utilizados pelas empresas.

1.2 Objetivos Específicos

- Descrever os principais armadores e sua adaptação às normas de gerenciamento de água de lastro;
- Estudar as implicações das normas na operação da frota dos maiores armadores mundiais;
- Apresentar os principais conceitos empregados nos métodos de tratamento de água de lastro;
- Explorar quais sistemas de tratamento de água de lastro estão aprovados pelas normas e sendo instalados nos navios das empresas;
- Realizar uma entrevista junto ao gerente de operações do terminal *APM* de Itajaí para entender na prática a abordagem desse tema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os fundamentos principais para o desenvolvimento e compreensão dos assuntos pertinentes ao tema deste trabalho, como conceitos básicos sobre água de lastro e sua relação com o meio ambiente, além de uma abordagem sobre as normas existentes para o gerenciamento de água de lastro.

2.1. ÁGUA DE LASTRO

Há milhares de anos o homem utiliza a água como meio de transporte. Para se locomover e transportar mercadorias foram desenvolvidas diversos tipos de embarcações, algumas construídas de forma artesanal e outras industriais. Com o passar dos anos e com a necessidade crescente de transportar cada vez mais pessoas e cargas, o homem passou a desenvolver novas embarcações, utilizando diferentes tipos de materiais.

Inicialmente, a madeira foi o material mais empregado na construção de embarcações de cargas e passageiros, sendo utilizada até os dias de hoje, principalmente na construção de pequenas embarcações. Contudo, com o desenvolvimento tecnológico, o aço passou a ser, a partir do final do século XIX, o material mais empregado na construção de navios de pequeno, médio e grande porte.

Junto com o desenvolvimento dos materiais, surgiram também novas tecnologias, com o objetivo de melhorar o desempenho e o rendimento das embarcações, tornando-as mais potentes, velozes e capazes de realizar viagens mais distantes, cruzando praticamente todos os oceanos do mundo. Dessa maneira, os navios saem de portos brasileiros e navegam por vários dias até chegarem a portos da Europa ou da Ásia transportando milhares de toneladas de carga. Como existem diversos tipos de cargas a serem transportadas, as embarcações foram sendo projetadas para atenderem às características de cada uma delas (BOTTER et al., 2009).

Logo, existem diversos tipos de embarcações, sendo algumas dedicadas a um único tipo de carga e outras de uso misto, ou seja, uma mesma embarcação tem capacidade de transportar no interior dos seus porões diferentes cargas a cada viagem. Desse modo, uma determinada embarcação especializada pode não encontrar carga para trazer na sua viagem de volta devido a sua especificidade.

Nessa situação, surge uma grande dificuldade para a operação do navio, pois ele é projetado para transportar, além do seu próprio peso estrutural, uma determinada quantidade de carga, bem como outros elementos, como água potável e combustível, dentre outros itens

que são consumidos durante a viagem. Quando o navio está navegando completamente carregado, encontra-se na condição de equilíbrio estável, todavia, não encontrando carga para fazer a viagem de retorno, o navio pode ficar instável, correndo risco de não conseguir manter sua condição de equilíbrio (MEDINA et al., 2009).

Assim, para minimizar o problema do navio que se encontra na condição de realizar a viagem de retorno sem carga ou com uma pequena quantidade dela, o que pode comprometer a sua segurança, é necessário adicionar um peso extra, para garantir que tenha um comportamento estável, conservando seu casco imerso na água, conforme os padrões determinados no projeto. Esse peso adicional é conhecido como lastro.

O lastro pode ser definido como qualquer material usado para aumentar o peso ou balancear o navio. Antigamente, as embarcações carregavam lastro sob a forma de rochas, areia, telhas e outros materiais com elevada massa. No início do Século XX, as embarcações passaram a utilizar a água de oceanos, rios e lagos como lastro por oferecer maior flexibilidade que outros tipos de materiais devido a sua disponibilidade, como mostra a Figura 1. Além disso, evita-se o carregamento demorado de materiais e as instabilidades perigosas para a embarcação causadas pelo movimento do lastro sólido (PEREIRA et al., 2018).

Figura 1 – Embarcação em procedimento de despejo de água de lastro.



Fonte: DefesaNet (2017).

Segundo a IMO (2004), água de lastro é definida como a água com suas partículas suspensas levada a bordo de um navio para controlar trim, adernamento, calado, estabilidade ou esforços estruturais do navio. Praticamente todas as embarcações marítimas utilizam água de lastro em suas operações, sendo que a complexidade do sistema depende da configuração, tamanho e exigências do navio.

A capacidade de lastro varia com o tipo da embarcação, podendo ser de dezenas de metros cúbicos em embarcações menores até centenas de milhares de metros cúbicos em grandes navios de carga. De acordo com a Tabela 1, os navios possuem lastro em cerca de 30 a 40% do seu porte bruto em condições normais de lastro, e de 38 a 57% na condição de lastro mais pesado, ou seja, quando o navio necessita de mais peso devido a pouca carga (KIM, 2013).

Tabela 1 – Capacidade de lastro de alguns tipos de embarcação.

Tipo	DWT* (toneladas)	Condição de lastro			
		Normal (toneladas)	% de DWT	Pesado (toneladas)	% de DWT
Graneleiro	250000	75000	30	113000	45
Graneleiro	150000	45000	30	67000	45
Graneleiro	70000	25000	36	40000	57
Graneleiro	30000	10000	30	17000	49
Tanque	100000	40000	40	45000	45
Tanque	40000	12000	30	15000	38
Conteiner	40000	12000	30	15000	38
Conteiner	15000	5000	30	n/a	
Carga Geral	17000	6000	35	n/a	
Carga Geral	8000	3000	38	n/a	
Passageiro/RORO**	3000	1000	33	n/a	

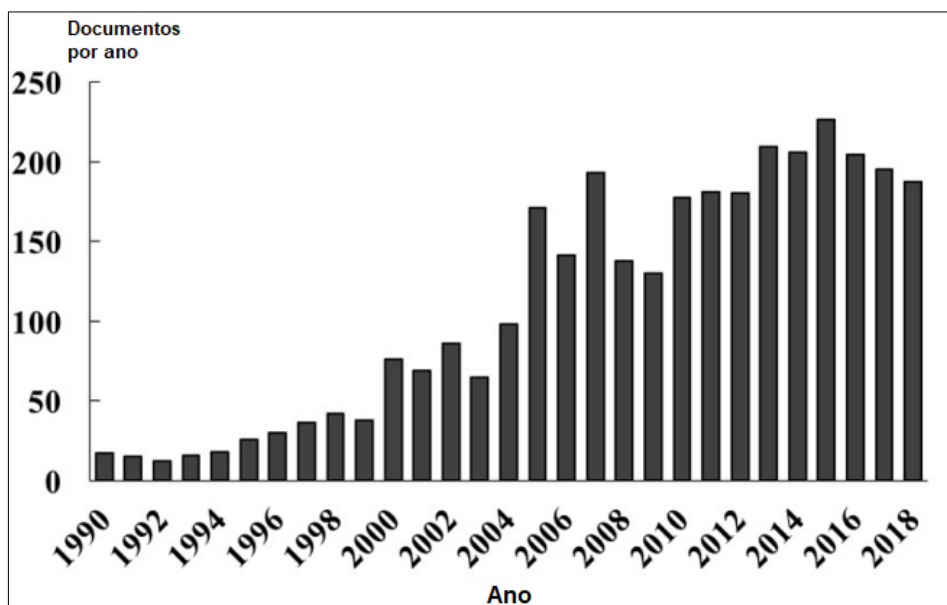
* DWT – *deadweight (porte bruto)*; **RORO - *Roll on-Roll off*.

Fonte: Adaptado de KIM (2013).

Estima-se que os navios movimentem cerca de 10 bilhões de toneladas de água de lastro pelo mundo a cada ano. Essa água captada possui uma enorme quantidade de organismos que serão transportados de uma região para outra. Sendo assim, os navios são os principais responsáveis pela movimentação de organismos marítimos, o que acarreta uma série de implicações em relação ao meio ambiente (GEF-UNDP-IMO, 2010).

É interessante observar que nos últimos anos houve um grande crescimento no número de estudos realizados com o tema de água de lastro. Pesquisa realizada na plataforma *Scopus* utilizando como palavra-chave “ballast water”, identificou que entre 1990 e 2018 foram publicados 3182 artigos, demonstrando a importância do assunto. A Figura 2 apresenta a distribuição anual destes artigos publicados (ANDRÉS; VADSTEIN, 2018).

Figura 2 – Número de artigos registrados no *Scopus* com palavra chave “água de lastro” entre 1990 e 2018.

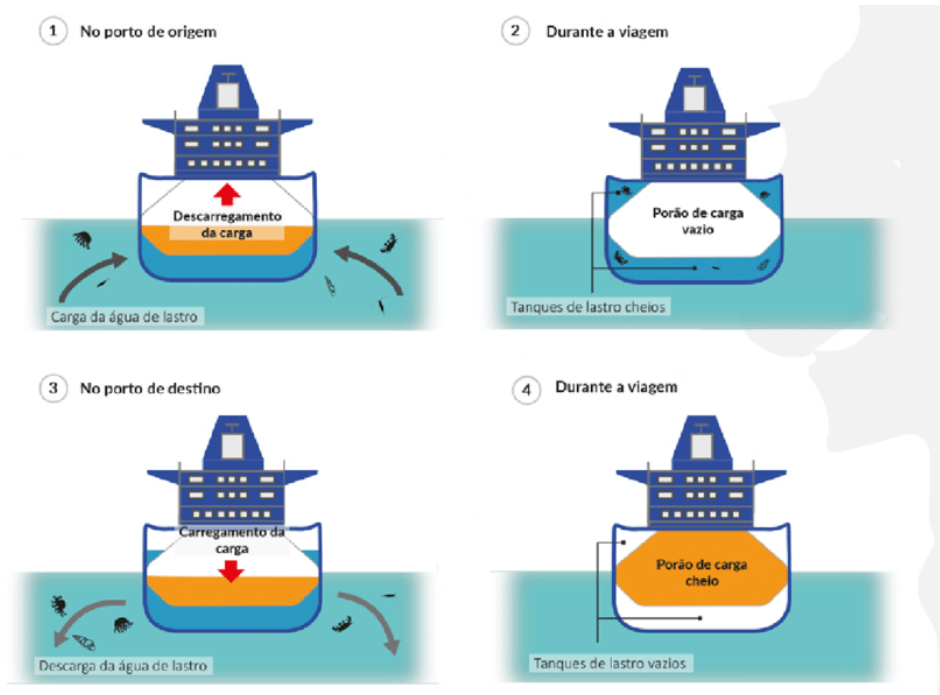


Fonte: Andrés e Vadstein (2018).

2.2 IMPACTO AMBIENTAL

Como a operação de lastreamento tem como objetivo principal garantir uma operação segura do navio, os problemas ambientais causados pelo despejo de água de lastro são considerados como não intencionais. O ponto chave desses problemas ambientais são as espécies exóticas invasoras que são transportadas nos tanques de lastro dos navios. A Figura 3 apresenta o processo de lastro e deslastro de uma embarcação.

Figura 3 – Lastro e deslastro de uma embarcação.



Fonte: Adaptado de IMO (2004).

As espécies exóticas invasoras são organismos que são transferidos de seu *habitat* natural para outras áreas onde não estão tipicamente ambientadas. Em certas circunstâncias, as espécies se ambientam, multiplicando-se e tornando-se os novos predadores ou parasitas, desequilibrando a cadeia alimentar original local, o que define a bioinvasão (KIM, 2013).

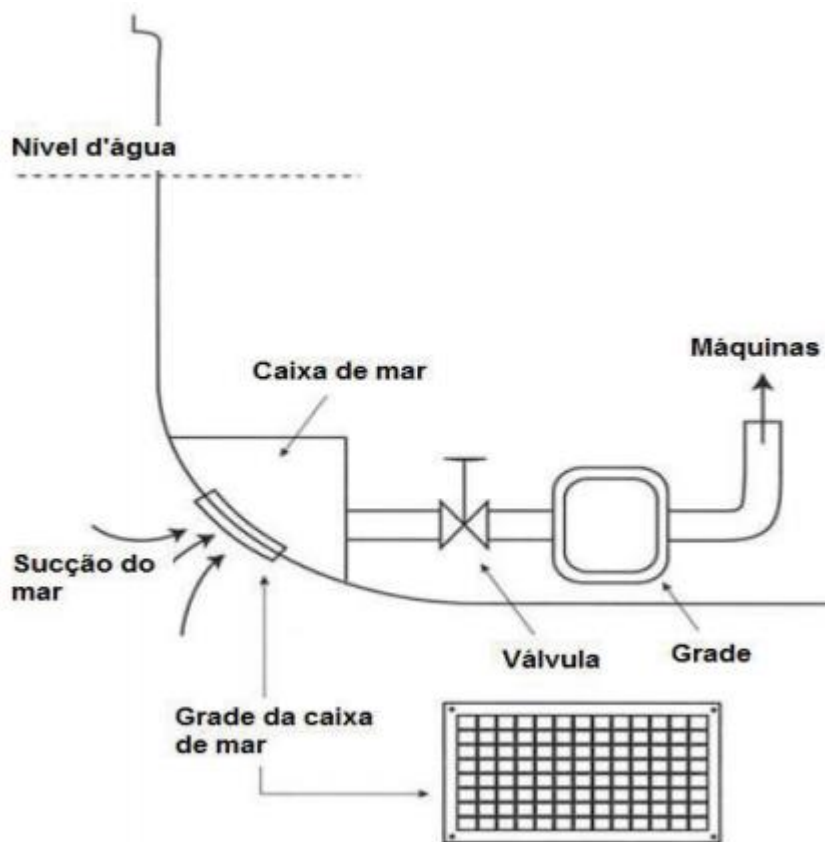
Esse desequilíbrio da condição aquática da região invadida pode ocasionar prejuízos à comunidade local, causando doenças de transmissão hídrica, além de poder levar espécies nativas à extinção. Quando ocorre o desaparecimento de espécies nativas por meio da bioinvasão, o dano ambiental certamente é muito grave, pois organismos dependentes da espécie eliminada também sofrerão as consequências desse dano, gerando um efeito dominó.

O principal problema gerado pelas milhares de espécies exóticas transportadas diariamente nos tanques de lastro dos navios é onde e quando a nova espécie vai se estabelecer. Os organismos que sobrevivem às condições adversas de uma viagem são considerados espécies resistentes. Além dos tanques de lastro, as espécies podem ser encontradas fixadas no casco, tubulações, correntes, âncoras e hélices. Assim, não se pode atribuir que toda bioinvasão proveniente dos navios seja oriunda da água de lastro, mas é ela quem carrega a maior parte (MEDEIROS, 2004).

Dentre os organismos vivos que podem ser encontrados na água de lastro, podemos citar vírus, bactérias, protistas, larvas/ovos de invertebrados e de peixes, dependendo do local

de coleta da água de lastro. A dimensão dos organismos que podem ser capturados pelo navio está relacionada com o tamanho das telas de entrada localizadas na caixa de mar do navio. Na Figura 4 observa-se um sistema de captação de água com telas de proteção externas e internas, de forma que organismos maiores não consigam atravessar. Mesmo assim, podem ocorrer exceções, permitindo a passagem de organismos maiores, tais como peixes (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Figura 4 – Sistema de captação de água de lastro.



Fonte: National Research Council (1996).

Existem diversos casos de bioinvasão registrados ao redor do mundo provenientes do gerenciamento incorreto da água de lastro. Um deles é o caso do caranguejo-verde (*Carcinus Maenas*) (Figura 5), crustáceo decápode que é encontrado em todos os tipos de costa nas zonas de maré até uma profundidade de 200 metros. Ele é responsável pelo impacto negativo no desenvolvimento de outras espécies de moluscos e crustáceos por possuir capacidade de esmagá-los e competir por alimento. Dessa forma, torna-se uma ameaça às fazendas de criação de mexilhões, causando prejuízos para a economia local (ISSG, 2013).

Figura 5 – *Carcinus maenas*: o caranguejo-verde.



Fonte: ZAP (2018).

Além dos estragos no ambiente, os crustáceos são ainda extremamente desagradáveis, tendo sido apelidados de zangados ou até mesmo furiosos (ZAP, 2018). Este crustáceo tem invadido diversas regiões do globo provavelmente por meio do transporte de suas larvas pela água de lastro de navios. Atualmente, pode ser encontrado em abundância nas costas leste e oeste da América do Norte, na África do Sul e no sul da Austrália (CARCINUS, 2019).

Outro crustáceo com capacidade devastadora é o *Eriocheir sinensis* (Figura 6), comumente designado por caranguejo-chinês. Este caranguejo também é omnívoro e muito oportunista, consumindo vasta variedade de alimentos conforme a disponibilidade alimentar do habitat, podendo incorporar em sua dieta tanto animais como plantas. É uma espécie nativa do leste asiático, por isso o apelido “chinês”, e tem causado enormes prejuízos ecológicos e econômicos nos ecossistemas do mundo quando se torna muito abundante.

Figura 6 – *Eriocheir sinensis*: o caranguejo-chinês.



Fonte: MikeLane45 (2009).

Na Alemanha, por exemplo, na década de 1930 a população deste caranguejo teve um aumento significativo e, por consequência, as operações de pesca comercial sofreram um enorme impacto. Na Califórnia, o crustáceo tem afetado negativamente a pesca e a integridade dos diques, pois eles são conhecidos por danificarem peixes e mariscos capturados junto com eles nas redes e armadilhas, além de também danificarem as próprias redes (COELHO, 2013).

A distribuição desta espécie por vários pontos do hemisfério norte, como o continente europeu e a costa oeste dos Estados Unidos, deve-se a uma série de fatores da globalização e do transporte oceânico, sendo o mais importante a água de lastro (GOLLASCH, 2011).

A espécie invasora mais popular no Brasil é o *Limnoperna fortunei* (Figura 7), conhecido como mexilhão dourado. Trata-se de um molusco originário do sudeste da Ásia que nos últimos 30 anos vem expandindo sua distribuição em vários ambientes aquáticos do mundo: Hong Kong, Japão, Taiwan e países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai) (BARBOSA; MELLO, 2009).

Figura 7 – *Limnoperna fortunei*: mexilhão-dourado.



Fonte: Estadão (2017).

No Brasil, este molusco está presente em várias regiões, como nos estados de Minas Gerais e São Paulo, nos ecossistemas aquáticos da região do Pantanal, e na bacia dos rios Paraguai e Paraná. Provavelmente, a introdução foi feita através do transporte de larvas por água de lastro de navios mercantes provenientes da Ásia (DARRIGRAN; PASTORINO, 1995).

O mexilhão-dourado possui enorme força reprodutiva, crescimento acelerado, alta capacidade de incrustação e rápida dispersão. Sua larva fixa-se e cresce em superfícies duras, como cascos e motores de barcos, tubulações, filtros, rochas e troncos de árvores.

Essas características tornam o mexilhão-dourado uma verdadeira praga, tanto em termos ambientais como econômicos, visto que seu controle exige investimentos vultosos em medidas de prevenção e remediação. Trata-se, portanto, de um problema de utilidade pública, uma vez que a espécie oferece riscos a todos os setores que desenvolvem atividades associadas ao uso da água (IBAMA, 2017). A Figura 8 apresenta uma obstrução de tubulação causada pelo mexilhão-dourado.

Figura 8 – Tubulação obstruída pelo mexilhão-dourado.



Fonte: Revista Ecológico (2018).

Além de organismos maiores, também podem ser encontrados na água de lastro microorganismos causadores de doenças, como as bactérias *Virio cholerae*, *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli*, que são causadoras de doenças como cólera e pneumonia, além de diversas infecções digestivas e intestinais.

Dessa forma, é intuitivo pensar que a água de lastro necessita de regulamentação e tratamentos para que danos ambientais e epidemias sejam evitados. É com base nessa ideia que em 2004 a Convenção Internacional sobre Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (Convenção BWM) foi proposta pela IMO, que será o próximo item abordado.

2.3 CONVENÇÃO BWM

Durante conferência realizada em Londres em 2004, a IMO adotou a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (Convenção BWM – Ballast Water Management), cujo principal objetivo é prevenir os efeitos potencialmente avassaladores provocados pela dispersão global de organismos aquáticos nocivos através da água de lastro dos navios.

Essa convenção surgiu como um instrumento para que o problema da bioinvasão possa ser tratado internacionalmente. Porém, ficou acordado que ela só entraria em vigor 12 meses após a data em que não menos do que 30 países, cujas frotas mercantes combinadas

constituíssem pelo menos 35% da arqueação bruta da frota mundial, assinassem a Convenção sem reservas quanto sua aceitação ou aprovação (LIMA, 2013).

Em setembro de 2016, após a Finlândia ratificar a sua adesão, a Convenção atingiu 52 ratificações, representando 35,14% da arqueação bruta da frota mercante mundial, o que resultou na entrada em vigor da Convenção um ano depois, em setembro de 2017.

A Convenção estabelece requisitos e normas para o gerenciamento da água de lastro. Uma delas estabelece que todo navio deve possuir a bordo um plano de gestão de água de lastro elencando procedimentos mecânicos, físicos, químicos e/ou biológicos para evitar, de maneira eficaz, a captação ou descarga de espécies exóticas invasoras contidas na água de lastro.

Outro requisito é o Livro de Registro de Água de Lastro, que toda embarcação também deve possuir a bordo, onde deverá conter informações sobre a capacidade do volume dos tanques de lastro e também o local de carregamento e descarregamento das mesmas para cada viagem. Além disso, todas as embarcações tem a obrigação de possuir o Certificado Internacional de Gerenciamento de Água de Lastro, comprovando que fazem parte da Convenção BWM e que seguem todos os termos da mesma (IMO, 2004).

No que diz respeito às formas de gerenciamento da água de lastro, a Convenção estabelece duas regras que proporcionam requisitos para que a água de lastro possua uma quantidade aceitável de organismos após o gerenciamento:

- Regra D-1: é uma norma para gerenciamento por intermédio da troca de água de lastro. Todo navio deverá realizar a troca de 95% do volume de água de lastro contida nos tanques a uma distância mínima de 200 milhas náuticas da costa mais próxima e em águas com no mínimo 200 metros de profundidade.
- Regra D-2: estabelece normas de eficiência para o tratamento de água de lastro, ou seja, o navio deverá possuir um sistema de tratamento de água de lastro a bordo capaz de gerenciar a água de lastro de forma que atinja os padrões biológicos exigidos.

A Convenção estabelece ainda prazos para que os navios se adaptem a essas normas de acordo com o ano de construção e a capacidade de lastro do navio. Segundo Pereira (2018):

- Para navios construídos antes de 2009 com capacidade de água de lastro entre 1500 e 5000 metros cúbicos, deverá efetuar a gestão de água de lastro

seguindo a norma descrita na regra D-1 ou regra D-2 até 2014, a partir de quando deverá obedecer pelo menos a norma da regra D-2.

- Navios com capacidade de água de lastro menor que 1500 ou maior que 5000 metros cúbicos deverão efetuar a gestão de água de lastro que pelo menos siga a norma das duas regras até 2016.
- Navios construídos em 2009 ou a partir desta data, com capacidade de água de lastro menor ou maior que 5000 metros cúbicos, deverão efetuar a gestão de água de lastro obedecendo a norma da regra D-2.

Portanto, segundo a Convenção BWM, o padrão de desempenho da água de lastro (regra D-2) será a única opção para os navios após o período de transição da troca de água de lastro (regra D-1). Dessa forma, os navios eram obrigados até 2016 a instalar um sistema de gerenciamento de água de lastro para cumprir com o padrão D-2. Entretanto, por conta da falta de esclarecimentos satisfatórios em relação a questões técnicas e logísticas, o prazo estipulado foi adiado em dois anos em reunião realizada em julho de 2017 pela Marine Environment Protection (MECP-71), onde foi decidido que o cumprimento das regras do padrão D-2 da Convenção estaria vinculado à data de renovação do Internacional Oil Pollution Prevention Certificate. (IMarEST, 2017). Como a validade deste certificado não ultrapassa cinco anos, todos os navios deverão seguir a regra D-2 a partir de 2022.

Além desta Convenção, também existe outra norma muito importante no cenário do transporte marítimo mundial, a da Guarda Costeira dos Estados Unidos (USCG).

2.4 NORMA DE GESTÃO DE ÁGUA DE LASTRO DA USCG

Portador da maior economia do mundo, os Estados Unidos possuem a sua própria legislação para gerenciamento de água de lastro de navios. Por muitos anos, os EUA foram afetados pelas espécies exóticas invasoras. Por isso, a Guarda Costeira dos Estados Unidos (USCG – United States Coast Guard) estabeleceu em 2004 as normas para controle de descarga de organismos provenientes da água de lastro de navios, que entrou em vigor em 2012 (USCG, 2012).

A norma aplica-se a qualquer navio que planeje descarregar água de lastro nas águas dos EUA, tornando inevitável a sua aplicação por parte dos grandes armadores mundiais. Além disso, a norma exige alguns dos padrões de descarga iguais a da Convenção BWM,

mantendo as duas normas bem alinhadas para desenvolver e harmonizar os padrões de operação de água de lastro no mundo (CAMPARA, 2019)

Os limites numéricos de organismos aquáticos e bactérias contidos na água de lastro a serem descarregados são os mesmos em ambas as normas, conforme mostrado no Quadro 1. No entanto, a diferença é que a IMO exige a medição de organismos viáveis, que são aqueles que podem sobreviver à transição ou que consigam se reproduzir no novo ambiente, enquanto a USCG trata os organismos como vivos ou mortos, exigindo a medição de organismos vivos, o que torna a norma da USCG mais rigorosa (CAMPARA, 2019)

Quadro 1 – Padrões de desempenho exigidos pela IMO e USCG para Água de Lastro.

Tamanho dos organismos	Regra D-2 IMO	Norma USCG
Tamanho $\geq 50\mu\text{m}$	< 10 organismos viáveis por m^3	< 10 organismos vivos por m^3
$10 \leq \text{Tamanho} < 50 \mu\text{m}$	< 10 organismos viáveis por ml	< 10 organismos vivos por ml
Organismos		
<i>Vibrio cholera</i>	< 1 UFC* por 100 ml	< 1 UFC por 100 ml
<i>Escherichia coli</i>	< 250 UFC por 100 ml	< 250 UFC por 100 ml
<i>Enterococcus faecalis</i>	< 100 UFC por 100 ml	< 100 UFC por 100 ml

*UFC: Unidade Formadora de Colônia

Fonte: Adaptado de Campara (2019).

Dessa forma, as embarcações deverão possuir um sistema de tratamento de água de lastro capaz de atender os requisitos da Convenção BWM e também da USCG, caso a embarcação planeje navegar em águas dos EUA.

2.5 REGULAMENTAÇÃO DE ÁGUA DE LASTRO NO BRASIL

Em se tratando do Brasil, a norma que regulamenta o gerenciamento da água de lastro é a NORMAM-20, que foi estabelecida em 2005 pela Marinha do Brasil. O objetivo principal da norma é prevenir a contaminação das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) por deslastro de embarcações (Brasil, 2019).

A NORMAM-20, em seu subitem 2.2.2, apresenta as mesmas diretrizes estabelecidas pela regra D-1 da Convenção BWM da IMO, exigindo que toda embarcação que venha adentrar no território brasileiro efetue a troca oceânica da água de lastro, podendo ser feita por três diferentes métodos – método sequencial, fluxo contínuo ou diluição. Além disso, toda embarcação deve apresentar um Formulário de Água de Lastro ao Agente da Autoridade Marítima, no qual o sistema de gerenciamento deverá estar explicitado (Brasil, 2019).

Por outro lado, a NORMAM-20 estabelece, em seu subitem 2.2.3, que as embarcações que possuam um Sistema de Gerenciamento de Água de Lastro (BWMS) com certificado de aprovação válido para cumprimento da regra D-2 da Convenção, estarão dispensadas de realizarem a troca de água de lastro, como previsto no subitem 2.2.2. (Brasil, 2019). Dessa forma, num futuro próximo todas as embarcações que navegarem em águas brasileiras realizarão as operações de lastro através de um BWMS, acompanhando o cenário mundial.

3 METODOLOGIA

Para Fonseca (2002), metodologia significa organização, estudo sistemático, pesquisa e investigação. Sendo assim, este capítulo abordará os instrumentos utilizados para a realização deste trabalho. O método de pesquisa adotado é de caráter bibliográfico, documental e exploratório, além de uma entrevista junto ao terminal *APM* de Itajaí-SC.

As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem o primeiro passo de uma investigação mais ampla sobre um problema, tornando-o mais claro e passível de futuras investigações mediante outros procedimentos (GIL, 2007).

A pesquisa documental tem muita semelhança com a pesquisa bibliográfica. Enquanto a pesquisa bibliográfica se baseia na utilização de livros, artigos e teses decorrentes de pesquisas anteriores de diversos autores, a pesquisa documental é desenvolvida através da exploração de outras fontes documentais, como documentos oficiais, cartas, reportagens, gravações, relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas estatísticas, etc. Nestes casos, os conteúdos ainda não foram explorados de forma analítica, a partir do qual será feita a investigação e análise (SEVERINO, 2007).

Para obtenção das informações necessárias para atingir os objetivos deste trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa para verificar quais empresas possuem as maiores frotas do mundo, de forma que combinadas representam grande parte da movimentação do comércio marítimo mundial e, conseqüentemente, o maior deslocamento de água de lastro.

Os principais fatores considerados para seleção dos armadores para o estudo foram: a capacidade de carga, a quantidade de embarcações em sua frota e a disponibilidade de informações referentes ao tema.

No decorrer da pesquisa, verificou-se que algumas empresas possuem em seu site eletrônico uma área dedicada à sustentabilidade com, em alguns casos, relatórios anuais sobre as principais medidas adotadas naquele ano para assuntos contemporâneos que envolvam o meio ambiente, chamados de Relatório de Sustentabilidade. O Quadro 2 apresenta o local onde os relatórios de cada empresa foram encontrados e o ano de sua publicação.

Quadro 2 – Local onde os relatórios das empresas foram encontrados.

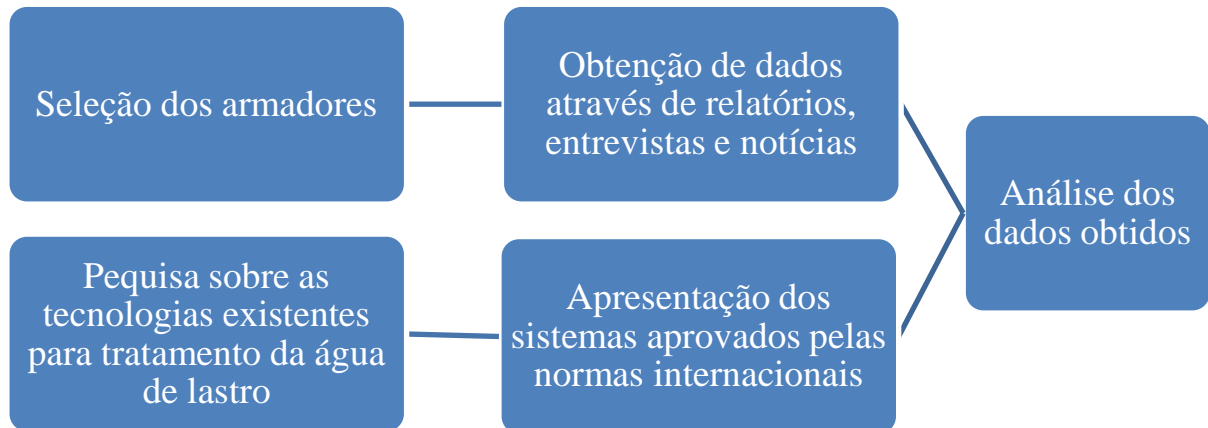
Empresa	Relatórios disponíveis em:	Ano
A.P. Møller – Mærsk A/S	https://www.maersk.com/about/sustainability/reports https://www.apmterminals.com/en/about/sustainability	2013 a 2018
MSC – Mediterranean Shipping Company S.A.	https://www.msc.com/che/sustainability	2016 a 2018
COSCO Group	http://lines.coscoshipping.com/home/About/socialResponsibility/sustainabilityReport	2016 a 2018
CMA CGM Group	https://www.cmacgm-group.com/en/csr/environment	2017 e 2018
Hapag-Lloyd	https://www.hapag-lloyd.com/en/about-us/sustainability/sustainability-report.html	2017 e 2018
NYK – One (Ocean Network Express)	https://www.nyk.com/english/ir/library/nyk/	2010 a 2018
Evergreen Line	https://www.evergreen-marine.com/tbi1/csr/jsp/TBI1_CorporateSustainability.jsp	2016 e 2017
Yang Ming Marine	https://www.yangming.com/investor_relations/Corporate_Governance/CorporateSocialResponsibilityReport.aspx	2012 a 2018
ZIM	https://www.zim.com/about-zim/sustainability	2018
Wallenius Wilhelmsen	https://www.walleniuswilhelmsen.com/investor-relations/#sustainability	2013 a 2018
Star Bulk	https://www.starbulk.com/gr/en/events-presentations/	2018

Fonte: Autor (2019).

Foi possível observar que na maioria dos relatórios disponibilizados há uma seção sobre água de lastro, abordando como a empresa está lidando com o tema. Dessa forma, os Relatórios de Sustentabilidade foram a principal fonte para obtenção dos dados necessários para a realização deste trabalho. Além disso, também foram utilizados como fonte de pesquisa notícias e entrevistas relacionadas aos armadores e ao tema de água de lastro.

Em paralelo com a seleção dos armadores, foi feito também um levantamento sobre as principais tecnologias existentes para o tratamento de água de lastro a bordo de embarcações, apresentando os sistemas aprovados pelas normas internacionais e verificando a aplicabilidade desses sistemas junto aos armadores. A Figura 9 apresenta um fluxograma da metodologia deste trabalho.

Figura 9 – Fluxograma de obtenção de dados



Fonte: Autor (2019).

A entrevista apresentada foi desenvolvida com o gerente de operações da empresa *Maersk* da região sul, Sr. Denis Silva, por intermédio do gerente de operações da *APM Terminals* de Itajaí, Sr. Fernando Klein, utilizando como recurso a ligação telefônica, com o intuito de obter uma visão mais prática de como o tema água de lastro está sendo abordado no Brasil.

Primeiramente foram realizadas algumas perguntas aos entrevistados referentes ao tema. Após a conclusão da entrevista, um relatório foi elaborado descrevendo as perguntas e respostas, sendo encaminhado para os entrevistados para obtenção da aprovação da utilização das informações neste trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresentará os principais armadores do mundo e os sistemas que estão sendo utilizados por eles para se adequarem as normas da Convenção BWM e da USCG.

4.1 OS ARMADORES

O armador pode ser definido como a empresa encarregada de realizar o transporte marítimo. É ele que executa toda a operação e transporte de cargas de um porto a outro, operando os navios.

A seleção dos armadores foi feita com base nos dados do site *Alphaliner* (www.alphaliner.com) que acompanha a capacidade das frotas mundiais com base em unidades de TEU (*Twenty Foot Equivalent Unit*). Esta unidade de transporte possui um padrão de contêiner intermodal de 20 pés, ou seja, um contêiner de 20 pés possui 1 TEU, enquanto um contêiner de 40 pés possui 2 TEU's - trata-se de uma medida padrão para medir a capacidade de contêineres em navios. A Tabela 2 apresenta a relação das empresas que possuem a maior capacidade de transporte de contêineres no mundo em 2019.

Tabela 2 – Empresas com maior capacidade de contêineres no mundo em 2019.

Empresa	TEU's	Quantidade de Navios
A.P. Møller – Mærsk A/S	4.179.753	714
MSC – Mediterranean Shipping Company S.A.	3.605.843	558
COSCO Group	2.927.285	477
CMA CGM Group	2.705.989	514
Hapag-Lloyd	1.684.675	232
NYK – Nippon Yusen Kaisha (ONE)	1.573.879	217
Evergreen Line	1.296.177	208
Yang Ming Marine	639.523	97
ZIM	324.000	70

Fonte: Alphaliner (2019).

Além dessas empresas, que possuem como atividade o transporte de contêineres, foram incluídas na pesquisa empresas com atividades diferentes, a exemplo da Wallenius Wilhelmsen, especialista em navios Ro-Ro¹, e a Star Bulk, uma das principais referências em transporte de carga a granel.

A seguir serão apresentadas brevemente todas as empresas que contribuíram para o presente estudo.

- ***A.P Møller Maersk A/S***

Popularmente conhecida como *Maersk*, a *A.P. Møller - Mærsk A/S* é uma empresa dinamarquesa fundada em 1904, possuindo hoje a maior capacidade de transporte de contêineres do mundo, com mais de 700 navios e 80 mil funcionários (Maersk AR, 2018).

Seus navios da classe triplo-E são os maiores porta-contêineres do mundo, com capacidade de carregar cerca de 18 mil TEU's.

Figura 10 – Navio porta-contêiner da classe triplo-E da Maersk.



Fonte: AP. Moller-Maersk (2016).

¹ Ro-Ro: abreviatura para “Roll on/Roll off”, embarcação para transporte de automóveis e outros veículos, de modo que estes entrem e saiam do navio pelos seus próprios meios.

- ***MSC – Mediterranean Shipping Company***

A *MSC* foi fundada em 1970, estando sediada em Genebra, na Suíça. Dirigida por uma nobre família italiana, a empresa está presente em 155 países com uma frota de 520 navios e mais de 70 mil funcionários, operando 21 milhões de TEU's por ano (MSC, 2019).

Figura 11 – Navio porta-contêiner da MSC.



Fonte: MSC (2019).

- ***Cosco Shipping Lines***

A *Cosco Shipping lines* é uma empresa chinesa fundada em 1961 que atende mais de 64 países em 192 portos do globo. Atualmente, é o maior armador da China, com capacidade para mais de 840 mil TEU's (COSCO, 2019).

Figura 12 – Navio porta-contêiner da Cosco.



Fonte: Cosco (2019).

- ***ZIM Integrated Ship Services***

Fundada em 1945, a *ZIM* é uma empresa de transporte marítimo de Israel, com mais de 70 navios em operação, com capacidade para 324 mil TEU's (ZIM, 2019).

Figura 13 – Navio porta-contêiner da ZIM.



Fonte: ZIM (2019).

- ***Hapag Lloyd***

Com capacidade de 1,7 milhões de TEU's em sua frota, a *Hapag Lloyd* é uma empresa alemã fundada em 1970, possuindo atualmente 232 navios e cerca de 13 mil funcionários (HAPAG LLOYD, 2019).

Figura 14 – Navio porta-contêiner da Hapag-Lloyd.



Fonte: Hapag-Lloyd (2019).

- ***Wallenius Wilhelmsen***

O grupo *Wallenius Wilhelmsen* é líder no transporte de carga Ro-Ro, operando uma frota de 130 embarcações que atendem 32 rotas comerciais em seis continentes. A empresa norueguesa foi fundada em 1999. Dentre suas principais cargas estão automóveis e caminhões (WALLENIUS WILHELMSSEN, 2019).

Figura 15 – Navio *RoRo* da Wallenius Wilhelmsen.



Fonte: Wallenius Wilhelmsen (2019).

- ***CMA CGM Group***

Presente em mais de 160 países, a *CMA CGM* possui 509 navios em operação e 110 mil funcionários. Fundada em 1978, a empresa francesa possui em sua frota capacidade para mais de 2,7 milhões de TEU's (CMA CGM, 2019).

Figura 16 – Navio porta-contêiner da CMA CGM.



Fonte: CMA CGM (2019).

- ***Evergreen Line***

A *Evergreen Line* é uma empresa de Taiwan fundada em 1968 que opera mais de 200 navios com capacidade para aproximadamente 1 milhão de TEU's (EVERGREEN, 2019).

Figura 17 – Navio porta-contêiner da Evergreen.



Fonte: Evergreen (2019).

- ***Yang Ming***

Fundada em 1972 e de origem chinesa, a *Yang Ming* possui uma frota de 101 navios com capacidade de 673 mil TEU's (YANG MING, 2019).

Figura 18 – Navio porta-contêiner da Yang Ming.



Fonte: Yang Ming (2019).

- ***NYK – Nippon Yusen Kaisha***

A *NYK* é uma das mais antigas empresas de transporte marítimo, tendo sido fundada em 1885 em Tokyo, no Japão. Sua frota é composta por navios graneleiros, Ro-Ro, gaseiros e porta-contêineres (NYK, 2019).

Figura 19 – Navio gaseiro de Gás Natural Liquefeito da NYK.



Fonte: NYK (2019).

- *Star Bulk*

Com mais de 120 navios em sua frota, a *Star Bulk* é especialista no transporte de carga a granel seca. Com sede na Grécia, a empresa possui capacidade de transporte de mais de 13 milhões de DWT (STAR BULK, 2019).

Figura 20 – Navio graneleiro da Star Bulk.



Fonte: Star Bulk (2019).

Com os armadores apresentados, a próxima etapa é investigar a aplicabilidade das normas internacionais nessas empresas e verificar qual o nível de conhecimento e os desafios na adequação de suas frotas.

4.2 CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE OS PROBLEMAS CAUSADOS PELO GERENCIAMENTO INCORRETO DA ÁGUA DE LASTRO

Na seção 2.2 deste trabalho foi demonstrado que o gerenciamento incorreto da água de lastro pelos navios pode acarretar uma série de problemas ambientais, colocando em risco tanto a vida marinha quanto à humana.

Desta forma, a conscientização dos principais armadores do mundo sobre este problema é algo que necessita ser verificado, pois além de serem responsáveis por uma enorme parcela de transferência de água de lastro pelo mundo, também são exemplos a ser seguido pelas empresas menores e para as futuras gerações de armadores. O Quadro 3 apresenta citações dos armadores em relação à água de lastro e as consequências do seu gerenciamento incorreto. Estas citações foram obtidas dos Relatórios de Sustentabilidade e dos sites das empresas.

Quadro 3 – Conscientização das empresas sobre os problemas causados pelo gerenciamento incorreto de água de lastro.

Empresa	Citação	Ano
A.P. Møller - Mærsk A/S	“A descarga de água de lastro de um ambiente marinho para outro pode introduzir espécies não nativas no ecossistema marinho receptor, com o potencial de perturbar os ecossistemas locais e prejudicar a saúde humana.”	2015
MSC - Mediterranean Shipping Company S.A.	“A água de lastro ajuda os navios a manter a estabilidade, mas o gerenciamento inadequado da água de lastro pode liberar espécies marinhas invasoras que danificam os ecossistemas locais e a biodiversidade.”	2017
COSCO Group	“A carga e descarga da água de lastro tem um grande impacto na biodiversidade marinha. Quando um navio é carregado com água de lastro no embarque no porto, a água no tanque de lastro pode transportar milhares de organismos marinhos, como bactérias, micro-organismos, invertebrados, etc.”	2017
CMA CGM Group	“Os tanques de lastro são preenchidos com água do mar para garantir a estabilidade e a integridade estrutural. A água de lastro contém espécies vivas que, quando liberadas em outros lugares, podem atrapalhar o equilíbrio da fauna e flora local.”	2018
Hapag-Lloyd	“A água de lastro permite que os navios mantenham sua estabilidade. Para proteger os ecossistemas marítimos e impedir a propagação de espécies invasoras através da água de	2018

	lastro, a convenção de gerenciamento de água de lastro da IMO entrou em vigor em setembro de 2017.”	
NYK - One (Ocean Network Express)	“Para impedir a transferência de organismos aquáticos que afetam o ambiente marinho, a IMO adotou a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água e Gerenciamento de Lastro de Navios em 2004.”	2018
Evergreen Line	“A água de lastro garante a segurança e a estabilidade do navio. No entanto, o gerenciamento incorreto da água de lastro produz danos ao ecossistema.”	2016
Yang Ming Marine	“A operação de água de lastro dos navios é realizada em conformidade com os regulamentos internacionais, locais e procedimentos da empresa para impedir a multiplicidade de espécies marinhas transportadas pelas águas de lastro dos navios.”	2017
ZIM	“A água de lastro pode conter espécies aquáticas invasoras que representam uma grande ameaça para os ecossistemas marinhos. Isso acontece quando a água de lastro é armazenada em tanques de lastro e descarregada de volta ao mar, conforme necessário. Isso foi identificado como a principal fonte de introdução de espécies em novos ambientes.”	2018
Wallenius Wilhelmsen	“Combater as espécies invasoras para minimizar a crescente ameaça aos ecossistemas marinhos de espécies invasivas transportadas em tanques de água de lastro de navios de uma parte do mundo para outra.”	2008
Star Bulk	“Muitos países já regulamentam a descarga de água de lastro transportada pelos navios para impedir a introdução de espécies invasoras, prejudiciais ao meio ambiente.”	2018

Fonte: Adaptado dos relatórios e sites das empresas.

Conforme visto, todos os armadores pesquisados possuem consciência do impacto ambiental que a operação de suas frotas pode causar, demonstrando preocupação e seriedade para tratar o assunto. Por outro lado, é interessante verificar o andamento da adaptação de suas frotas para que estejam de acordo com todas as normas.

4.3 ESTÁGIO ATUAL DA ADAPTAÇÃO DAS FROTAS ÀS NORMAS

Outro ponto importante a ser verificado junto às empresas é com relação ao cumprimento das normas da Convenção BWM e das normas da USCG. Todas elas devem

possuir um gerenciamento correto que atenda aos requisitos impostos pelas regras do gerenciamento da água de lastro.

Para o cumprimento da regra D-1 da Convenção BWM, que trata do gerenciamento por intermédio da troca de água de lastro, faltam informações por parte das empresas que descrevam detalhadamente como é realizado o procedimento da troca. Apenas duas empresas explicam suas operações.

A primeira delas é a *Cosco*, que apresenta em seu relatório de sustentabilidade disponibilizado em 2017: “Nós gerenciamos a água de lastro em quatro elos: operação, substituição, inspeção e registro. Na operação, nossos navios realizam a troca a pelo menos 200 milhas náuticas da costa mais próxima e a 200 metros de profundidade. Na substituição, nós exigimos que o capitão preste atenção para que a troca seja feita em condições climáticas favoráveis. Para a inspeção e registro, em cada navio há uma parte da tripulação que registra todas as operações no Livro de Registro de Água de Lastro do navio. O capitão deve assinar este livro e cooperar ativamente com as autoridades locais para realizarem as inspeções.” (COSCO, 2017, p.16, tradução nossa).

A segunda é a *ZIM*, conforme apresentado em seu Relatório de Sustentabilidade de 2018: “Todos os navios carregam um livro de registro de água de lastro e registram todas as atividades de lastro a bordo. Nosso padrão de gerenciamento de água de lastro possui uma solução intermediária: trocar água de lastro no meio do oceano (ou seja, trocar água de lastro no mar, a pelo menos 200 milhas náuticas da costa mais próxima e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade). Assim, a maioria dos organismos capturados pela água de lastro nas regiões portuárias não consegue sobreviver ou pelo menos está longe das áreas costeiras ecologicamente mais sensíveis.” (ZIM, 2018, p.50, tradução nossa).

Vale salientar que as outras empresas mostram conhecimento sobre os padrões de troca, e que a falta de detalhamento pode ser explicada devido ao fato de que atualmente a maior preocupação está no tratamento da água de lastro (regra D-2), sendo que a troca era o método padrão antes da Convenção BWM entrar em vigor.

Para o cumprimento da regra D-2 e também das normas da USCG, todos os navios deverão instalar um sistema de tratamento de água de lastro a bordo para garantir que as espécies exóticas invasoras sejam eliminadas e estejam em conformidade com as normas. Para cumprir com um dos principais objetivos deste trabalho, foi feita uma análise de como os principais armadores do mundo estão se adequando a esta norma.

O Quadro 4 apresenta a relação dos armadores pesquisados com o andamento da adequação de seus navios, segundo seus Relatórios de Sustentabilidade.

Quadro 4 – Adequação das frotas dos armadores em relação à regra D-2 e normas da USCG.

Empresa	Andamento da adequação dos navios (Ano)
A.P. Møller - Mærsk A/S	Todos os navios (2018).
MSC - Mediterranean Shipping Company S.A.	114 navios (2016). Todos os navios (2017).
COSCO Group	Todos os navios (2017).
CMA CGM Group	81 navios (2018).
Hapag-Lloyd	Todos os novos serão equipados, e gradualmente os existentes (2015).
NYK - One	82 navios (2018)
Evergreen Line	Os navios estão sendo equipados desde 2016 (2017).
Yang Ming Marine	3 navios (2016). 9 navios (2017). Previsão de conclusão é em 2021 (2017).
ZIM	Todos os navios serão equipados na próxima docagem (2018).
Wallenius Wilhelmsen	14% da frota (2011). Grande parte da frota (2013)
Star Bulk	45 navios (2017). 63 navios (2018).

Fonte: Adaptado dos relatórios de sustentabilidade das empresas.

Conforme visto, a entrada em vigor da Convenção fez com que as empresas adaptassem seus navios para estarem em conformidade com as normas. Mesmo com alguns dados não muito detalhados, acredita-se que com o passar dos anos todos os navios mercantes terão um sistema de tratamento de água de lastro capaz de eliminar completamente a transferência de espécies exóticas invasoras. Porém, ainda existem grandes desafios a serem enfrentados pelas empresas.

4.4 DESAFIOS PARA ADAPTAÇÃO DOS NAVIOS

Utilizando como exemplo a *Maersk*, é possível identificar alguns dos principais desafios para realizar a adaptação dos navios com sistemas de tratamento de água de lastro.

Em 2016, a *Maersk* considerava um risco financeiro investir em sistemas de tratamento de água de lastro que poderiam não atender aos requisitos das normas, pois

naquele ano existiam poucos sistemas aprovados para exercer a função, e instalar sistemas de tratamento em toda sua frota custaria mais de US\$ 300 milhões (AP. MOLLER-MAERSK, 2016).

Já em 2017, a empresa declarou que o risco reportado nos anos anteriores relacionados à instalação de sistemas de tratamento de água de lastro que não atendessem aos requisitos diminuiu consideravelmente, deixando de ser um risco, visto que a Guarda Costeira dos Estados Unidos (USCG) teria aprovado seis sistemas capazes de cumprir os requisitos (AP. MOLLER-MAERSK, 2017).

Em uma entrevista publicada pelo site *KNect365* em janeiro de 2019, o gerente de projetos Hrishikesh Chatterjee, da *Maersk*, foi indagado sobre algumas questões referentes ao que a empresa procura em um fornecedor de sistemas de gerenciamento de água de lastro.

A primeira questão foi referente aos principais passos que foram tomados para garantir a conformidade com as regulamentações de água de lastro. Segundo Chatterjee, “a *Maersk* tem sempre como objetivo 100% de conformidade com todos os requisitos regulatórios, e sobre o tema água de lastro existem duas abordagens. A primeira delas é garantir que todos os navios existentes possuam o sistema de tratamento mais recente e que operem de acordo com os melhores padrões possíveis. A segunda questão está no treinamento da tripulação, para garantir que estão capacitados a operar o sistema. Além disso, a empresa realiza testes em novos sistemas para uma futura atualização, certificando-se da efetividade dos mesmos para cumprimento dos requisitos” (CHATTERJEE, 2019).

Questionado sobre o maior problema dos sistemas, Chatterjee (2019) respondeu que certamente é a inoperabilidade dos sistemas – em muitos casos os sistemas são incapazes de operar nos melhores padrões, devido a problemas técnicos ou pelo fato de que o modelo atual não está perfeito, pois sistemas novos levam tempo até atingirem alto padrão de funcionamento.

O gerente ainda enfatiza que o ponto chave para a empresa é obter um fabricante que garanta o pós-venda, pois é a única forma de corrigir um sistema inoperante e mantê-lo em perfeitas condições. O gerente ainda expõe que a entrada em vigor da Convenção fez com que os fabricantes ficassem mais focados em fornecer um pós-venda de qualidade.

Quando indagado quanto às características que procura em um fornecedor de sistema de tratamento de água de lastro, Chatterjee declarou que “além do pós-venda, os pontos principais são: uma empresa estável que permaneça no mercado, que tenha uma tecnologia testada e comprovada, que possua um certificado de aprovação com flexibilidade comercial e que disponha de uma parceria proativa, e não passiva” (CHATTERJEE, 2019).

Dessa forma, torna-se interessante conhecer sobre os sistemas que estão disponíveis atualmente no mercado, bem como os métodos de tratamento utilizados pelos mesmos.

4.4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO

Existem diversos métodos de tratamento que podem ser utilizados na água de lastro. As principais tecnologias existentes são: filtração, choque elétrico, radiação por raios ultravioleta, aquecimento, biocidas e desoxigenação (TSOLAKI; DIAMADOPOULOS, 2010). A escolha do sistema vai depender de fatores como manutenção, operação e custo. A seguir serão apresentadas brevemente algumas das principais técnicas aplicáveis no desenvolvimento de sistemas para tratamento de água de lastro a bordo dos navios segundo Pereira (2012).

4.4.1 Filtração

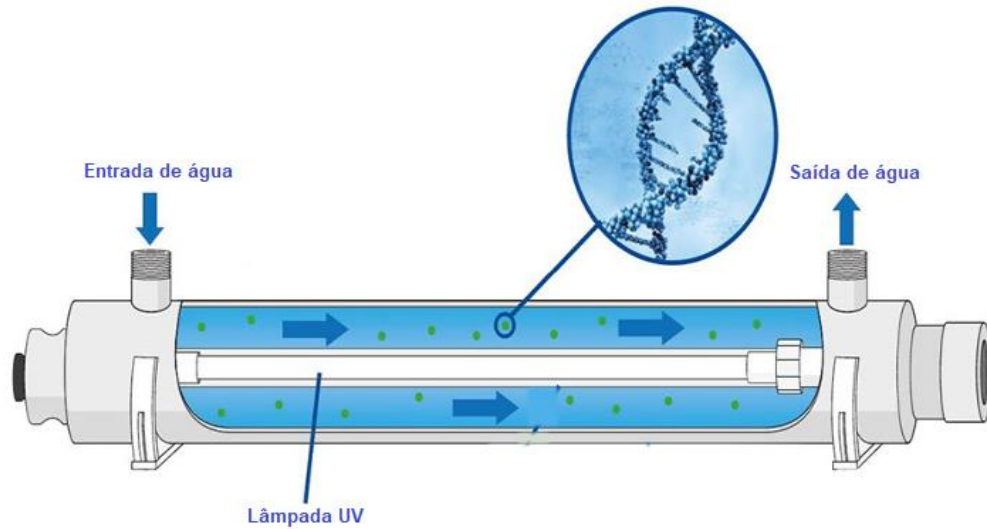
A filtração pode ser utilizada para remover pequenos animais marinhos e algas, porém não é efetivo para remover organismos menores. Em geral, o processo de filtração não apresenta muita eficiência quando utilizado isoladamente, por isso que tem sido amplamente testado em conjunto com outras alternativas de tratamento.

4.4.2 Radiação Ultravioleta

A radiação UV é um componente invisível da radiação solar. No espectro eletromagnético situa-se entre a luz visível e os raios-X. O processo de irradiação ultravioleta no tratamento da água de lastro consiste na utilização de lâmpadas incandescentes e fluorescentes que emitem luz UV capaz de induzir mudanças fotoquímicas nos organismos, ou seja, ocorrem mutações que leva-os à morte.

Nos navios, são instalados tubos de Teflon e as lâmpadas ultravioleta são fixadas externamente a estes tubos (Figura 21). As lâmpadas emitem radiação em todas as direções e somente parte desta atinge o fluido que elimina os microrganismos. Salienta-se que este processo não tem o mesmo resultado para organismos maiores, por isso, em geral, busca-se combiná-lo com a filtração.

Figura 21 – Processo de tratamento de água por radiação UV.



Fonte: Adaptado de <https://www.alfaauv.com/blog/uv-disinfection-technology-for-water-treatment/> (2019)

4.4.3 Biocidas

Os biocidas podem ser eficientes no tratamento dos microrganismos. O cloro é um dos biocidas mais conhecidos, no entanto, quando em contato com a água do mar, pode gerar compostos cancerígenos, colocando em risco os animais marinhos e a tripulação responsável pela operação. Dessa forma, o cloro necessita de uma utilização consciente para evitar possíveis complicações ainda maiores.

4.4.4 Desoxigenação

O processo de desoxigenação baseia-se em inserir gás inerte em tubulações distribuídas nos tanques de água de lastro resultando falta de oxigênio na água, o que leva os organismos a morte. Isso ocorre por conta de o gás inerte gerado nos navios possuir alta porcentagem de CO_2 . Vale salientar que este processo é ineficaz contra organismos anaeróbicos, o que caracteriza uma solução parcial para matar uma escala de espécies aquáticas encontradas na água de lastro.

4.4.5 Ozônio

O gás ozônio (O_3) é usado no tratamento de água potável, sendo um poderoso agente capaz de destruir vírus e bactérias sem formar subprodutos tóxicos. O ozônio é produzido através de um gerador composto por um tubo no qual passa oxigênio e onde ocorre uma

descarga elétrica constante através de um transformador, convertendo a molécula de oxigênio em uma molécula de ozônio.

O efeito biológico depende do tempo de exposição e da concentração do gás, quanto maior tempo de contato com ozônio, mais alta a taxa de mortalidade.

4.4.6 Aquecimento

Outra forma de tratamento é o térmico, onde a temperatura da água é elevada para eliminar os organismos. Todas as alternativas térmicas buscam captar calor gerado pelas máquinas do navio para aquecer a água de lastro. Entretanto, o calor requerido para aquecer uma grande quantidade de água é muito grande, sendo necessários encanamentos adicionais para bombear a água de lastro através de trocadores de calor.

Além disso, ainda não há certeza sobre a temperatura ideal para eliminar todos os organismos, o que torna esse método não confiável até futuras investigações.

4.4.7 Eletrólise

Várias técnicas estão sendo desenvolvidas para aplicação de energia elétrica na água de lastro. A porcentagem de esterilização da água aumenta conforme a intensidade da corrente elétrica. Segundo testes de Dang et al. (2004), a eletrólise na água de lastro indica eficiência na eliminação de 95% de bactérias e 90% de protistas.

4.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO APROVADOS PELA IMO E USCG

Atualmente, existem fabricantes que fornecem sistemas de tratamento para serem instalados a bordo dos navios que já obtiveram todas as certificações e foram aprovados pela IMO e pela USCG. Esses sistemas fazem uso misto das técnicas apresentadas no item anterior para aumentar a eficiência do tratamento.

Para um sistema de gerenciamento de água de lastro ser aprovado pela IMO, ele deve possuir aprovação de seu respectivo Estado de Bandeira², que realiza testes nos sistemas verificando se atende aos requisitos da regra D-2 de acordo com a diretriz G8 (Diretriz sobre Aprovação dos Sistemas de Gestão de Água de Lastro) da Convenção BWM.

² Segundo Sardinha (2013), a definição de Estado de Bandeira é o Estado em cujas leis o navio está registrado ou licenciado (apud PORTO, 2018).

Já os sistemas que utilizam substâncias ativas³ devem ser aprovados de acordo com a diretriz G9 (Procedimentos para Aprovação de Sistemas de Gestão de Água de Lastro que façam uso de Substâncias Ativas). Essa diretriz G9 consiste em um processo de aprovação básico e um final, para garantir que o sistema não comprometa o meio ambiente e a saúde humana (CAMPARA, 2019).

A última atualização disponível dos sistemas aprovados pela IMO é de Janeiro de 2019, onde 76 sistemas estavam aprovados de acordo com a diretriz G8, e 59 e 43 sistemas receberam aprovação básica e final, respectivamente, de acordo com a diretriz G9 (IMO, 2019). Como os requisitos da USCG são um pouco mais exigentes que os da IMO, todos os sistemas aprovados pela USCG também são pela IMO, de forma que os navios podem optar por instalar sistemas capazes de operar seguindo as duas normas.

No caso da norma USCG, os testes dos sistemas são realizados pelas sociedades classificadoras. Até setembro de 2019, 21 sistemas foram aprovados, os quais são apresentados no Quadro 6, especificando o fabricante/país, a sociedade classificadora que realizou os testes, o tipo de sistema, a capacidade de tratamento, e a data de emissão do certificado de aprovação.

Quadro 5 – Sistemas de tratamento de água de lastro aprovados pela USCG.

Fabricante (País)	Modelo	Sociedade Classificadora	Tipo de sistema	Capacidade (m³/h)	Data de emissão do certificado
Optimarin (Noruega)	<i>OBS/OBS Ex</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	100 – 3.000	02 Dez 2016
Alfa Laval (Suécia)	<i>PureBallast 3.0/3.1</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	85 – 3.000	23 Dez 2016
TeamTec OceanSaver AS (Noruega)	<i>OceanSaver MK II</i>	DNV GL	Filtração + Eletrólise	200 – 7.200	23 Dez 2016
Sunrui (China)	<i>BalClor</i>	DNV GL	Filtração + Eletrólise	50 – 8.500	06 Jun 2017
Ecochlor, Inc. (EUA)	<i>Ecochlor BWTS</i>	DNV GL	Filtração + Biocidas	500 – 16.200	10 Ago 2017

³ “Substância ativa significa uma substância ou organismo, incluindo um vírus ou fungo, que tenha uma ação geral ou específica em relação aos organismos prejudiciais e organismos patogênicos prejudiciais” (IMO, 2004)

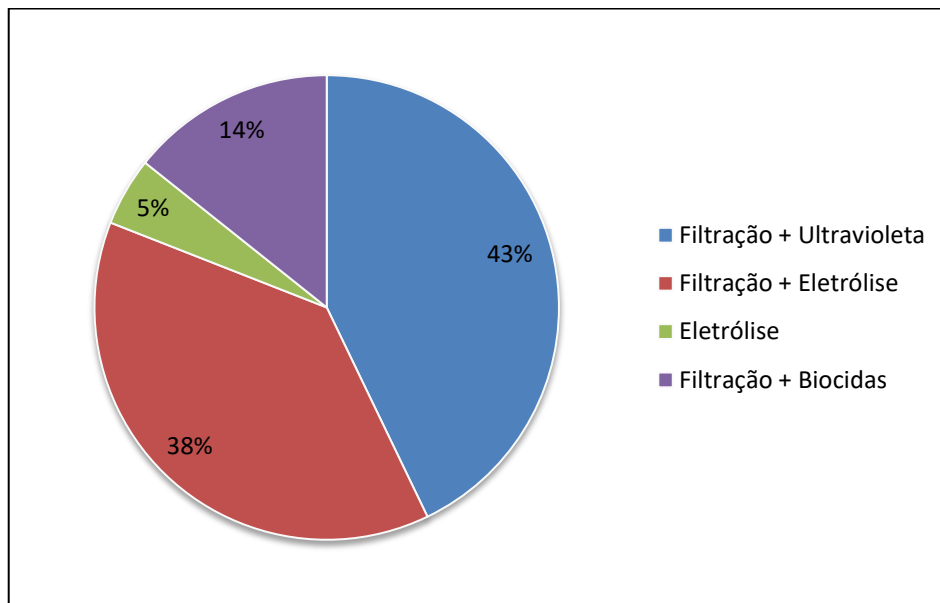
ERMA FIRST (Grécia)	<i>Erma First FIT</i>	Lloyd's Register	Filtração + Eletrólise	100 – 3.740	18 Out 2017
Techcross, Inc. (Coreia do Sul)	<i>Electro-Cleen</i>	Korean Register	Eletrólise	150 – 12.000	05 Jun 2018
Samsung Heavy Industries Co., Ltd (Coreia do Sul)	<i>Purimar</i>	Korean Register	Filtração + Eletrólise	250 – 10.000	15 Jun 2018
BIO-UV Group (França)	<i>BIO-SEA B</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	55 – 1.400	20 Jun 2018
Wärtsilä Water Systems, Ltd. (Reino Unido)	<i>Aquarius EC</i>	DNV GL	Filtração + Eletrólise	250 – 4.000	30 Ago 2018
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (Coreia do Sul)	<i>HiBallast</i>	DNV GL	Filtração + Eletrólise	75 – 10.000	26 Out 2018
Headway Technology Co., Ltd. (China)	<i>OceanGuard</i>	DNV GL	Filtração + Eletrólise	65 – 5.200	06 Nov 2018
JFE Engineering Corporation (Japão)	<i>BallastAce</i>	Control Union	Filtração + Biocidas	500 – 3.500	13 Nov 2018
Panasia Co., Ltd. (Coreia do Sul)	<i>GloEn-Patrol</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	50 – 6.000	14 Dez 2018
De Nora (EUA)	<i>BALPURE</i>	Lloyd's Register	Filtração + Eletrólise	400 – 8.570	19 Dez 2018
Envirocleanse, LLC (EUA)	<i>inTank BWTS</i>	DNV GL	Eletrólise + Biocidas	+ 200.000	01 Fev 2019
DESMI Ocean Guard A/S (Dinamarca)	<i>CompactClean</i>	Lloyd's Register	Filtração + Ultravioleta	35 – 3.000	16 Abr 2019
Wärtsilä Water Systems, Ltd. (Reino Unido)	<i>Aquarius UV</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	50 – 1.000	02 Mai 2019

Alfa Laval (Suécia)	<i>PureBallast</i> 3.2	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	85 – 3.000	15 Mai 2019
Cathelco Ltd (Reino Unido)	<i>Evolution</i>	Lloyd's Register	Filtração + Ultravioleta	55 – 1.500	25 Jun 2019
COSCO Shipbuilding Industry Co., Ltd. (China)	<i>Blue Ocean Shield (BOS)</i>	DNV GL	Filtração + Ultravioleta	100 – 3.200	09 Set 2019

Fonte: Adaptado de USCG (2019).

É interessante observar que os métodos de tratamento mais utilizados pelos fabricantes são a filtração com ultravioleta, seguido da filtração e eletrólise. A Figura 20 apresenta um gráfico com os métodos mais utilizados pelos fabricantes.

Figura 22 – Métodos de tratamento aprovados pela USCG.

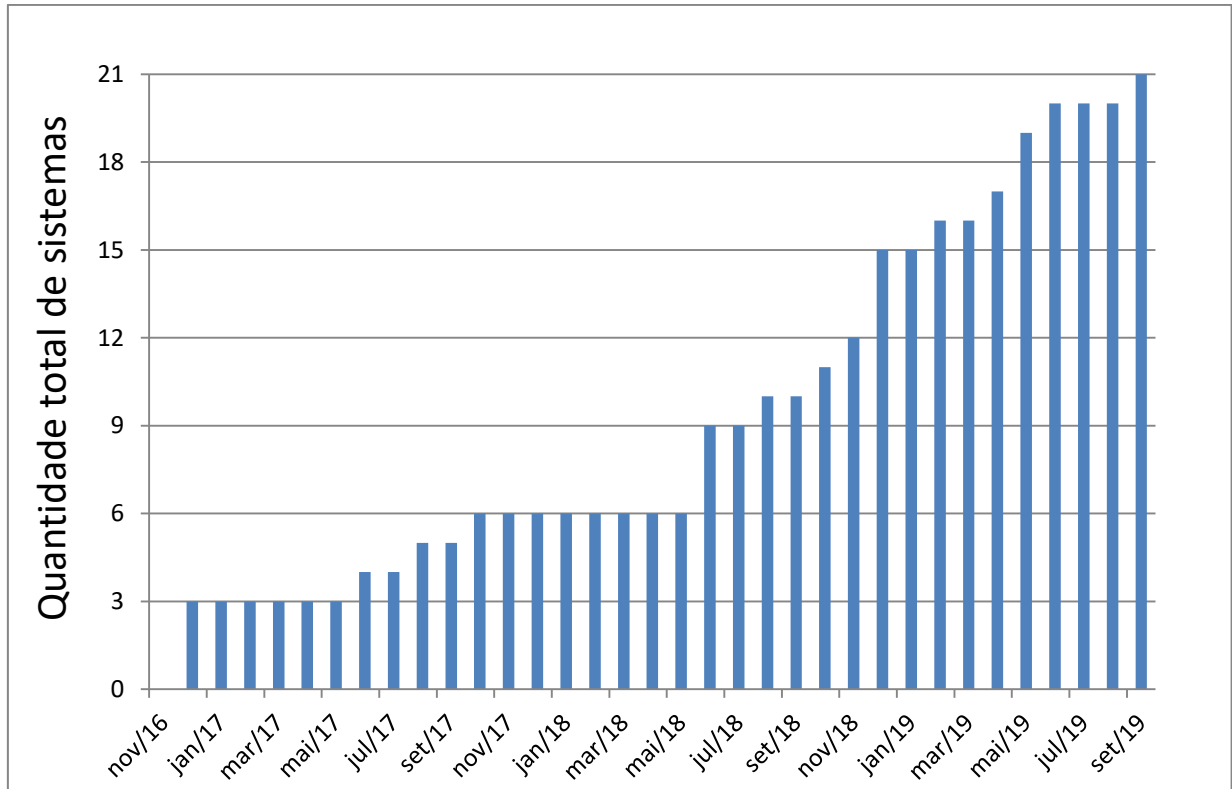


Fonte: USCG (2019).

Ainda convém lembrar que, além dos sistemas já aprovados, existem os que estão sob avaliação pela USCG. No total, dez sistemas estão em análise em outubro de 2019, sendo que um deles possui como método de tratamento o aquecimento, e dois utilizam o gás ozônio, o que comprova que novas tecnologias estão sendo utilizadas pelos fabricantes.

Além de analisar os métodos de tratamento utilizados, é interessante observar a evolução na aprovação dos sistemas pela USCG com o passar dos anos. A Figura 23 apresenta a quantidade de sistemas aprovados em cada ano.

Figura 23 – Evolução da quantidade de sistemas aprovados pela USCG.



Fonte: USCG (2019).

Analisando a Figura 23, pode-se observar que o aumento da quantidade de sistemas aprovados foi mais significativo nos últimos dois anos, sendo que em 2019 o número deve ser maior devido aos sistemas que ainda estão sob revisão.

Isso pode ser explicado pelo aquecimento do mercado na busca por sistemas de tratamento de água de lastro eficientes, para que os navios estejam de acordo com as normas. Existindo essa demanda, conseqüentemente os fornecedores irão trabalhar constantemente para construção de modelos cada vez mais eficientes.

Na etapa a seguir serão apresentados alguns dos sistemas que estão sendo utilizados pelos armadores.

4.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADOS PELOS ARMADORES

Alguns dos armadores pesquisados detalham os sistemas que estão instalando a bordo de sua frota. O Quadro 6 apresenta alguns destes sistemas. As informações foram obtidas a partir dos relatórios de sustentabilidade dos armadores e também por notícias e publicações disponíveis na internet.

Quadro 6 – Sistemas de tratamento de água de lastro utilizados pelas empresas.

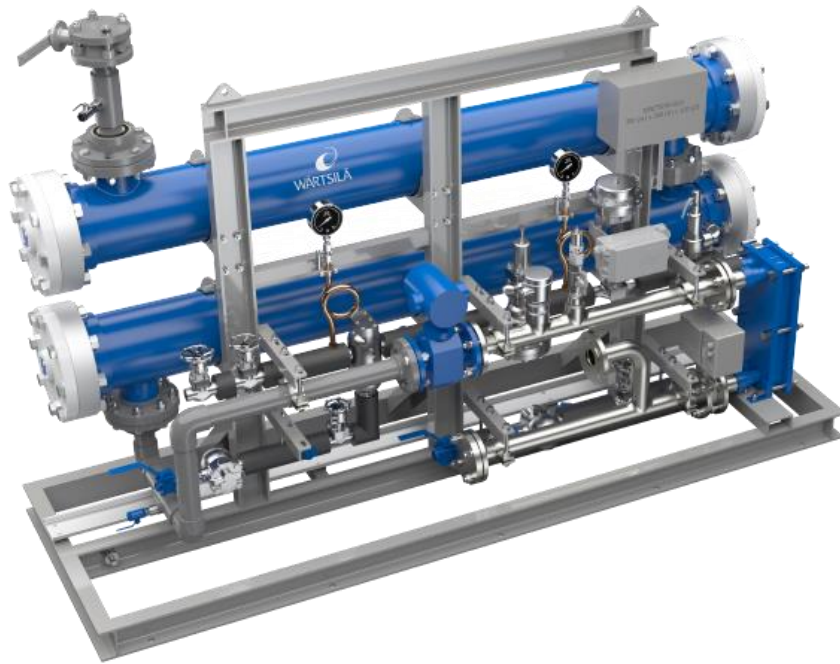
Empresa	Sistema de tratamento utilizado
A.P. Møller – Mærsk A/S	Filtração e eletrólise
MSC – Mediterranean Shipping Company S.A.	Não especificado.
COSCO Group	Filtração e eletrólise
CMA CGM Group	Filtração e radiação ultravioleta.
Hapag-Lloyd	Filtração e radiação ultravioleta.
NYK – One (Ocean Network Express)	Filtração e agentes químicos.
Evergreen Line	Filtração e radiação ultravioleta.
Yang Ming Marine	Não especificado
ZIM	Não especificado
Wallenius Wilhelmsen	Não especificado.
Star Bulk	Não especificado

Fonte: Autor (2019).

Para a instalação destes sistemas, algumas empresas realizaram parcerias com fornecedores. A *Cosco*, por exemplo, assinou contrato de licença de fabricação com a *Wärtsilä*, empresa finlandesa fornecedora de equipamentos navais. Este acordo proporciona a *Cosco* acesso à tecnologia e aos direitos de fabricação do Sistema de Gerenciamento de Água de Lastro (BWMS) *Aquarius Electro Chlorination* (EC) da *Wärtsilä*, para aplicação em seu mercado marítimo global. Em troca, a *Wärtsilä* ganhou maior poder de fabricação, capaz de atender a demanda de seus clientes (WÄRTSILÄ, 2015).

O *Wärtsilä Aquarius EC* fornece tecnologia robusta para o tratamento de água de lastro usando um processo simples de dois estágios, envolvendo filtração e eletro-cloração. O sistema, apresentado na Figura 24, opera de acordo com as normas e é flexível para operar em vários tipos e tamanhos de embarcações.

Figura 24 – Processo de filtração e eletro-cloração *Wärtsilä Aquarius EC BWMS*.



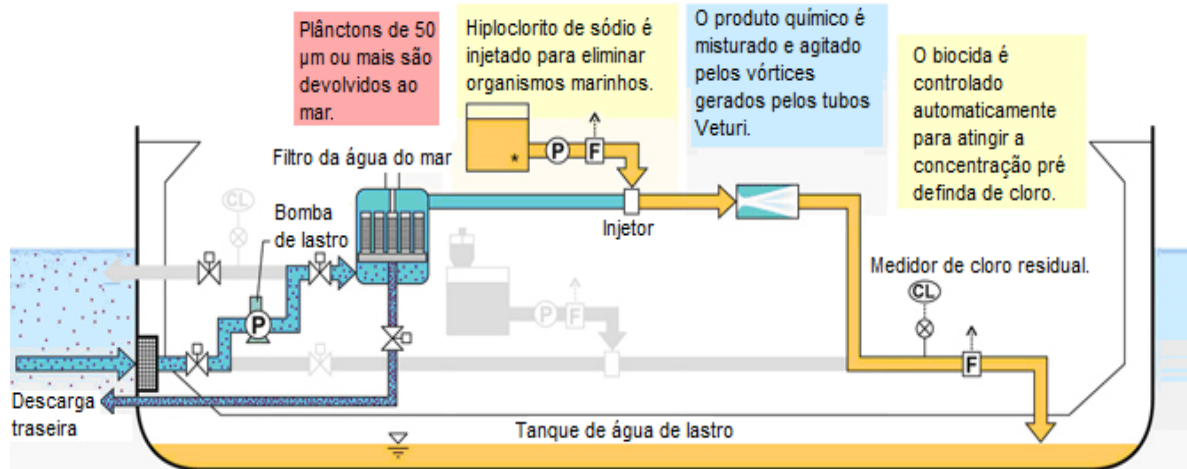
Fonte: Wärtsilä (2015).

A empresa NYK selecionou para instalação em sua frota o BWMS *JFE BallastAce*, que foi desenvolvido pela empresa japonesa *JFE Engineering*. Este sistema, aprovado pelas normas, fornece uma mistura de três funções para o tratamento da água de lastro: filtros, agentes químicos (hipoclorito de sódio e sulfito de sódio) e tubos Venturi (dispositivo que separa as bactérias da lama e da areia e aumenta o poder de desinfecção do agente químico) (NYK, 2010).

O hipoclorito de sódio é um desinfetante líquido comumente utilizado para desinfecção da água. Já o sulfito de sódio atua como um neutralizador para reduzir o cloro residual antes do deslastro (JFE BALLASTACE, 2017).

A Figura 25 ilustra o processo de lastreamento do sistema, onde primeiramente os organismos marinhos contidos na água do mar são devolvidos ao mar quando passam pelos filtros e, em seguida, as bactérias e plânctons são tratados pelos agentes químicos e pelos tubos Venturi.

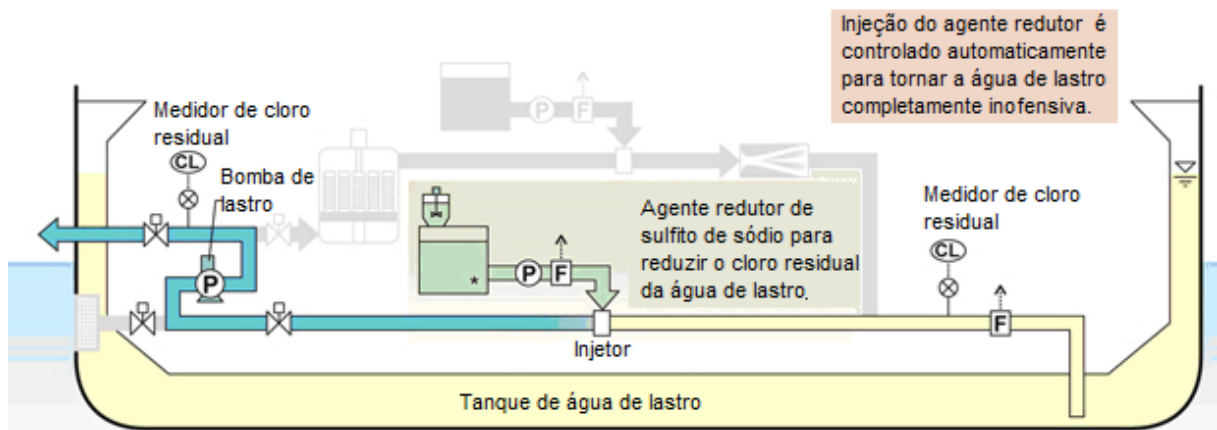
Figura 25 – Operação de lastreamento do BWMS da NYK.



Fonte: NYK (2010) (tradução nossa).

Já a Figura 26 apresenta o processo de deslastreamento quando os resíduos dos agentes químicos presentes na água de lastro são neutralizados antes do descarte ao mar.

Figura 26 – Operação de deslastreamento do BWMS da NYK.



Fonte: NYK (2010) (tradução nossa).

Já a *CMA CGM* realizou um pedido para a empresa francesa *BIO-UV Group* para equipar 17 navios com o *BIO-SEA* (Figura 27), BWMS aprovado pelas normas que utiliza filtração e radiação ultravioleta (SEANEWS, 2018)

Figura 27 – BWMS *BIO-SEA* da empresa francesa *BIO-UV*.



Fonte: BIO-UV (2019).

O pedido, avaliado em mais de € 5 milhões, foi o primeiro da empresa após a homologação da USCG ao sistema. Este pedido da *CMA CGM* indica o compromisso da indústria em reduzir o impacto da transferência de espécies invasoras no ambiente marinho (SEANEWS, 2018)

Outra parceria relevante a ser mencionada se trata do armador *MSC* com a IFC (*International Finance Corporation*). A IFC é uma instituição global que oferece serviços de investimentos para incentivar o desenvolvimento do setor privado. Em 2015, a IFC financiou US\$ 70 milhões à *MSC* para instalação de 150 BWMS em seus navios, que equivalem ao tratamento de 1200 piscinas olímpicas (IFC, 2017).

O armador alemão *Hapag Lloyd* está equipando seus navios com um sistema não-químico extremamente eficiente que utiliza filtração e tratamento UV. Com 560 tubos ultravioleta, o sistema, apresentado na Figura 28, parece um laboratório que ninguém esperaria encontrar na praça de máquinas de um navio. A radiação ultravioleta elimina os organismos menores, enquanto os filtros extraem sedimentos da água bombeada (HAPAG LLOYD, 2015)

Figura 28 – BWMS da Happag Lloyd.



Fonte: Happag Lloyd (2015)

Outro armador que também está utilizando tratamento UV é a *Evergreen*. Os BWMS da empresa, embora não especificado o modelo, possuem os padrões exigidos pelas normas, especialmente para evitar proliferação de microrganismos como *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* e *Enterococcus* (EVERGREEN, 2017).

Conforme visto, cada empresa está trabalhando com um tipo de sistema de tratamento de água de lastro, tornando possível identificar uma evolução na preocupação das empresas nos últimos anos para adequarem suas frotas com um sistema capaz de atender aos requisitos das normas.

5 ENTREVISTA COM O GERENTE DE OPERAÇÕES DO TERMINAL APM DE ITAJAÍ-SC

Com o intuito de obter uma visão mais prática de como o tema água de lastro está sendo abordado no Brasil, foi realizada uma entrevista com o gerente de operações da *Maersk* da região sul, Sr. Denis Silva, por intermédio do gerente de operações da *APM Terminals* de Itajaí, Sr. Fernando Klein, utilizando como recurso a ligação telefônica.

A *APM Terminals Itajaí S.A* é uma empresa do grupo *Maersk* que opera uma das mais abrangentes e integradas redes de serviços portuários e retroportuários do mundo, estrategicamente posicionada para atender diversas linhas de navegação, elevando negócios de todos os clientes que precisam de eficiência, flexibilidade e confiabilidade na cadeia logística nos mais variados mercados mundiais. Além disso, o terminal responde por 100% da movimentação de contêineres no Porto de Itajaí. A área de operação da empresa (Figura 29) possui cerca de 180000 m² e conta com 744 tomadas para contêineres refrigerados em área privada e 628 em área pública (APM, 2019).

Figura 29 – Terminal APM de Itajaí-SC.



Fonte: APM (2019).

A primeira questão realizada ao Sr. Denis foi referente à como são feitas as operações de água de lastro dos navios e como a empresa trata desse assunto. Segundo ele, toda a operação de água de lastro é feita pela própria tripulação dos navios, que possuem treinamento específico para isso. Os navios seguem as normas da NORMAM, e quando

possuem alguma dúvida sobre como a norma atua localmente, acabam consultando o terminal para sanar as dúvidas. Ele ainda acrescenta que a *Maersk* trata desse assunto muito seriamente, pois busca sempre eficiência máxima na questão de sustentabilidade.

Outro ponto questionado foi sobre como ele avalia os armadores concorrentes, se estão mais avançados nessa questão ou não. O Sr. Denis diz que cada empresa tem sua forma de abordar o tema, porém estão muito parelhas. Ainda enfatiza que a *Maersk* tem um cuidado extremo para seguir todas as regulamentações de forma a evitar qualquer multa ou transtorno ambiental.

Sobre a fiscalização dos navios, o Sr. Denis expõe que a fiscalização é realizada diretamente pela parte ambiental do terminal, que vão a bordo coletar amostra de água de lastro para analisar. Uma vez por mês eles realizam esse procedimento em um navio, para verificar se o sistema está operando corretamente. As análises ficam disponíveis para a Capitania dos Portos, caso requisitado.

Quando indagado sobre quais os tipos de sistemas de tratamento de água de lastro que estão sendo utilizados pelos navios, Sr. Denis explica que como os navios realizam as operações de lastro a pelo menos 200 milhas náuticas da costa, torna-se difícil possuir acesso ao sistema, a não ser que façam algum questionamento com os comandantes dos navios ou alguém mais da parte operacional.

Por fim, quando questionado sobre quais são os principais desafios e dificuldades desse tema, Sr. Denis alega não ver muitos problemas, a não ser quando ocorrem algumas situações atípicas. Por exemplo, quando um navio está com muita água de lastro impactando na capacidade do navio carregar carga, é necessário realizar o deslastro urgente, e como existem todas essas normas, é necessário ter muito cuidado em como prosseguir.

Dessa forma, o Sr. Denis acredita que o maior desafio seria controlar a água de lastro para que não ocorra nenhum impacto ambiental e que também não venha a atrapalhar o principal objetivo do terminal, que é realizar a movimentação de cargas.

6 CONCLUSÃO

É evidente que o gerenciamento incorreto da água de lastro pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, uma vez que juntamente com a água de lastro são captados organismos vivos conhecidos como espécies exóticas invasoras. Estes organismos, se transferidos de uma região para outra, podem se adaptar e desequilibrar a cadeia alimentar local e propagar doenças de transmissão hídrica, colocando em risco a vida marinha e humana.

A cada ano o transporte marítimo está sendo utilizado com mais frequência, necessitando que a questão da água de lastro seja abordada de maneira rigorosa. Normas de regulamentação foram criadas com o intuito de tratar do assunto internacionalmente, a exemplo da Convenção BWM e das normas da USCG, que exigem que as embarcações tenham um gerenciamento correto de água de lastro e que possuam um sistema de tratamento a bordo, pois é a única forma de garantir que os organismos sejam eliminados.

No decorrer deste trabalho foi possível verificar como os principais armadores do mundo estão abordando o tema, se possuem consciência sobre os possíveis danos causados pela água de lastro e como estão fazendo para gerenciar a mesma para estarem em conformidade com as normas internacionais, compreendendo os principais desafios que as normas trouxeram para adaptação de suas frotas.

Na questão da instalação de um sistema capaz de tratar a água de lastro a bordo exigido pelas normas, contou-se que com o passar dos anos da entrada em vigor das normas, estão sendo fabricados sistemas cada vez mais complexos e eficazes, aumentando o número de sistemas aprovados pelas normas capazes de operar seguindo os rígidos padrões exigidos. Além disso, verificou-se que as principais tecnologias de tratamento que estão sendo utilizadas envolvem principalmente sistemas com a utilização de ultravioleta, geralmente associada a outro processo, como eletro-cloração ou filtração.

Com a entrevista realizada, verificou-se que os navios seguem a legislação brasileira NORMAM-20, porém, para se obter conclusões mais específicas, é necessário realizar estudos mais aprofundados em se tratando do cumprimento dos padrões exigidos pelas normas.

Dessa forma, pode-se concluir que, mesmo que recente, as normas para a gestão de água de lastro estão desempenhando um papel fundamental no cenário do transporte marítimo, conscientizando as maiores empresas do mundo sobre a importância deste tema, além de criar um mercado para o desenvolvimento de sistemas de tratamento de água de

lastro, de modo que realizando parcerias com os armadores, contribuem na eficiência para evitar a proliferação de organismos invasores pelo mundo.

Sabe-se que como a entrada de vigor das normas ainda é recente, estudos e pesquisas sobre o tema estão longe de serem suficientes, de forma que ainda há muito a ser explorado sobre os desafios no cumprimento das normas, principalmente no Brasil.

Contudo, cabe salientar que ainda não há muitas informações relacionadas aos desafios na modificação dos projetos das embarcações para instalação de um sistema de tratamento de água de lastro a bordo, o que seria de imensa relevância para futuros projetos. Além disso, também seria interessante para futuros trabalhos realizar testes em sistemas que possuam diferentes métodos de tratamento, verificando na prática as vantagens e desvantagens de cada processo.

REFERÊNCIAS

- A.P. MØLLER-MÆRSK A/S (Dinamarca). **Sustainability Report**. Copenhagen, 2016. 50 p.
- _____. **Sustainability Report**. Copenhagen, 2017. 26 p.
- _____. **Sustainability Report**. Copenhagen, 2018. 46 p.
- ALPHALINER. **Alphaliner Top 100**. 2019. Disponível em: <<https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- ANDRÉS, Javier Moreno; VADSTEIN, Olav. Microorganisms in ballast water: Disinfection, community dynamics, and implications for management. **Science Of The Total Environment**. Trondheim, Noruega, p. 1-14. 03 dez. 2018.
- APM (Brasil). **Apm Terminals. Estrutura**. 2019. Disponível em: <<https://www.apmterminals.com.br/estrutura>>. Acesso em: 05 out. 2019.
- BARBOSA, F.G. & MELLO, A.S. **Predictive model of survival of the Golden Mussel (Limnoperna fortunei) in relation to variations of salinity in the Laguna dos Patos**. Brasil, 2009.
- BOTTER, Rui Carlos et al. **A Água de Lastro e seus riscos ambientais**. São Paulo: Creative Commons, 2009.
- CAMPARA, Leo et al. Overview and Comparison of the IMO and the US Maritime Administration Ballast Water Management Regulations. **Journal Of Marine Science And Engineering**. Dubrovnik, Croácia, p. 1-19. 22 ago. 2019.
- CARCINUS maenas. Disponível em: <<http://www.biorede.pt/page.asp?id=516>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- CECATTO, Cristiano. **A Importância do Transporte Marítimo no Brasil**. Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/transporte_maritimo_importancia.htm>. Acesso em: 07 abril 2019.
- CHATTERJEE, Hrishikesh. O que a Maersk procura em um fornecedor de sistema de tratamento de água de lastro. [Entrevista concedida a] Jacques Moss. Knect365, Janeiro, 2019.
- CMA CGM (França). **The Group**. 2019. Disponível em: <<http://www.cma-cgm.com/about/the-group>>. Acesso em: 14 set. 2019.
- COELHO, Ana Filipa dos Santos. **Distribuição e abundância da espécie exótica Eriocheir sinensis no estuário do Tejo**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia, Universidade de Évora, Évora, 2013. Disponível em: <http://home.uevora.pt/~pmra/mgcrn/arquivo/Tese_FilipaCoelho.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.
- COSCO (China). **About us**. 2019. Disponível em: <<http://lines.coscoshipping.com/home/About/about/Profile>>. Acesso em: 14 set. 2019.

DARRIGRAN, G. & PASTORINO, G. **The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America.** Veliger, 1995.

DEFESANET. **Convenção para o Controle da Água de Lastro entrará em vigor em 8 de setembro 2018.** 06/08/2017 Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/27015/MB---Convencao-para-o-Controle-da-Agua-de-Lastro-entrara-em-vigor-em-8-de-setembro/>>. Acesso em: 10 abril. 2019.

ESTADÃO (Ed.). **Mexilhão-dourado veio da Ásia, entrou pelo Prata, infestou o Guaíba, depois subiu até o São Francisco. E vai chegar na Amazônia?** Disponível em: <<https://marsemfim.com.br/mexilhao-dourado-do-prata-ao-amazonas/>>. Acesso em: 04 set. 2019

EVERGREEN (Taiwan). **What is Evergreen Line.** 2019. Disponível em: <<https://www.evergreen-line.com/static/jsp/whats.jsp>>. Acesso em: 14 set. 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002.

GEF-UNDP-IMO GloBallast Partnerships Programme and IUCN. **Economic Assessments for Ballast Water Management: A Guideline.** GloBallast Monograph Series No.19. London, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2007. p.200

GOLLASCH, S. (2011). NOBANIS. **Invasive Alien Species Fact Sheet – *Eriocheir sinensis*.** 2011. Disponível em <www.nobanis.org>, Acesso em: 30 ago. 2019.

HAPAG LLOYD (Alemanha). **No room for the Chinese mitten crab: Why a ship needs ballast water – and how Hapag-Lloyd uses UV light to better protect the environment.** 2015. Disponível em: <https://www.hapag-lloyd.com/en/news-insights/insights/2015/04/no-room-for-the-chinese-mitten-crab_39648.html>. Acesso em: 25 ago. 2019.

IBAMA. **Mexilhão dourado.** 2017. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/especies-exoticas-invasoras/mexilhao-dourado/200-acesso-a-informacao/servico-de-informacao-aocidadao-sic>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

IFC. Internacional Finance Corporation. **Container Ships Get Smarter about Sea Travel.** 2017. Disponível em: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/news_ext_content/ifc_external_corporate_site/news+and+events/news/impact-stories/container-ships-get-smarter-about-sea-travel>. Acesso em: 20 ago. 2019.

IMarEST.(Institute of Marine Engineering, Science & Technology). **IMO Ballast Water Convention delayed 2 years.** 2017. Disponível em: <<https://www.imarest.org/policy-news/institute-news/item/3490-imarest-statement-imo-ballast-water-convention-delayed-2-years>>. Acesso em: 05 mai. 2019

IMO. **Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios.** (CONVENÇÃO BWM).. International Maritime Organization (IMO). 2004.

IMO. **BWM Technologies**. 2019. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/BWMTechnologies.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2019.

ISSG. Invasive Species Specialist Group. **Carcinus maenas**. 2013. Disponível em: <<http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=114&fr=1&sts=>>>. Acesso em: 14 set. 2019.

JFE BALLASTACE (Japão). **JFE BallastACE**. 2017. Disponível em: <<https://jfe-ballast-ace.com/product/#sec06>>. Acesso em: 11 set. 2019.

KIM, M.K. **A study of the implications of the ballast water management convention for flag states**. 2013. 75 p. Dissertação (Mestrado) Curso de Maritime Affairs, World Maritime University, Republic Of Korea, 2013.

LIMA, Leandro Cota de. **Gestão da Água de Lastro: Um Problema Mundial e suas Implicações Locais**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MEDEIROS, D. de Sá. **Avaliação de risco da introdução de espécies marinhas exóticas por meio de água de lastro no Terminal Portuário de Ponta Ubu (ES)**. IPT, São Paulo, 2004.

MEDINA, Afonso Celso et al. **A Água de Lastro e seus Riscos Ambientais**. Ong Água de Lastro, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-83, 2009.

MSC (SuíçaItália). Mediterranean Shipping Company. **About Us**. 2019. Disponível em: <<https://www.msc.com/lva/about-us>>. Acesso em: 06 set. 2019.

_____ Mediterranean Shipping Company. **Relatório de Sustentabilidade**. Nápoles, 2016. 44 p.

_____ Mediterranean Shipping Company. **Relatório de Sustentabilidade**. Nápoles, 2017. 74 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water**. Washington, DC. 1996.

BRASIL, Marinha do Brasil. **NORMAM-20: NORMA DE AUTORIDADE MARÍTIMA PARA O GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO DE NAVIOS**. 1 ed. Rio de Janeiro: Diretoria dos Portos e Costas, 2019.

NYK (Japão). **About us**. 2019. Disponível em: <<https://www.nyk.com/english/profile/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

_____ **Commercial Application of First Japanese-made Ballast Water Management System, JFE BallastAce -The First Retrofit of a BWMS among Japanese Carriers** 2010. Disponível em: <https://www.nyk.com/english/news/2010/NE_100624.html>. Acesso em: 11 set. 2019.

PEREIRA, Newton Narciso. **Água de Lastro: Gestão e Controle**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2018. 236 p.

_____. **Alternativas de tratamento da água de lastro em portos exportadores de minério de ferro.** 2012. 349 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PORTO, Bruna Maria. **Gestão Da Água De Lastro e Sedimentos de Navios com Base na Convenção BWM: Um Estudo de Caso Aplicado Aos Portos de Imbituba e Paranaguá.** 2018. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2018.

SEANEWS (Turquia). Internacional Shipping Magazine (Ed.). **CMA CGM signs with BIO-UV Group for ballast water treatment.** 2018. Disponível em: <<https://www.seanews.com.tr/cma-cgm-signs-with-bio-uv-group-for-ballast-water-treatment/177689/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

SHIP TECHNOLOGY (Ed.). **IMO vs USCG: navigating the differences in ballast water regulation.** 2016. Disponível em: <<https://www.ship-technology.com/features/featureimo-vs-uscg-navigating-the-differences-in-ballast-water-regulation-4824245/>>. Acesso em: 24 set. 2019.

STAR BULK (Grécia). **Who we are.** 2019. Disponível em: <<https://www.starbulk.com/gr/en/who-we-are/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

TAKAHASHI C.K., **Ballast Water: A Review of the Impact on the World Public Health.** Japão, 2008.

TAKAHASHI, C.K. et al. **Ballast Water: a review of the impact on the world public health.** 2008. J. Venom. Anim Toxins incl. Trop. 402 p. 2008.

TSOLAKI, E., DIAMADOPOULOS, E. **Technologies for ballast water treatment: a review.** *Journal of Chemical Technology Biotechnology*, 2010. 32p.

USCG (UNITED STATES COAST GUARD). **57: Standards for Living Organisms in Ships' Ballast Water Discharged in U.S. Waters.** Washington: Marine Safety Center, 2012. 68 p.

_____. **BWMS Type Approval Status.** Washington: Marine Safety Center, 2019. 3 f. Disponível em: <<https://www.dco.uscg.mil/Our-Organization/Assistant-Commandant-for-Prevention-Policy-CG-5P/Commercial-Regulations-standards-CG-5PS/Marine-Safety-Center-MS-C/Ballast-Water/>>. Acesso em: 05 out. 2019

WALLENIUS WILHELMSEM (Israel). **Company Profile.** 2019. Disponível em: <<https://www.2wglobal.com/about-us/ww/company-profile/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

WÄRTSILÄ (Finlândia). **Wärtsilä and COSCO sign manufacturing license agreement for Ballast Water Management Systems.** 2015. Disponível em: <<https://www.wartsila.com/media/news/01-06-2015-wartsila-and-cosco-sign-manufacturing-license-agreement-for-ballast-water-management-systems>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

YANG MING (China). **Overview.** 2019. Disponível em: <https://www.yangming.com/About_Us/Group_Profile/OverView.aspx>. Acesso em: 14 set. 2019.

ZAP. Há caranguejos mutantes e zangados a invadir a costa dos EUA (e são verdes). 2018. Disponível em: <<https://zap.aeiou.pt/caranguejos-mutantes-zangados-invadir-eua-219488>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

ZIM (Israel). Facts & Figures. 2019. Disponível em: <<https://www.zim.com/about-zim/facts-figures>>. Acesso em: 14 set. 2019.