



DESAFIOS ASSOCIADOS À PREVENÇÃO DA BIOINVASÃO POR ÁGUA DE LASTRO NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA

Bruna dos Santos Figueredo¹
Vanessa Trindade Bittar²
Ana Carolina Nogueira Luz³
Laura de Andrade Moura⁴
Maria Cecília Trindade de Castro⁵
Lohengrin Dias de Almeida Fernandes⁶

RESUMO

A biodiversidade marinha tem sofrido constantes alterações devido à bioinvasão provocada pela água de lastro, pela qual podem ser carregados sedimentos, poluentes, contaminantes e diversas espécies de organismos não nativos, sendo alguns deles potencialmente patogênicos. Este estudo tem por objetivo investigar as principais fontes contribuintes de lastro e a contribuição relativa dessas fontes nos portos de Salvador e Aratu, e no terminal aquaviário Madre de

¹ Mestranda no Curso de Pós-graduação em Biotecnologia Marinha pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). Graduada em Ciências Biológicas pela FFP-UERJ (2016).

² Pós-doutoranda no projeto Mission Atlantic, na Divisão de Biotecnologia Aplicada do IEAPM. Pós-doutorado júnior (CAPES/FAPESB) pela UESC. Pós-doutorado voluntário no Laboratório de Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN,CBB) pela UENF. Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas (Unifal/MG). Mestrado e Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela UENF.

³ Mestranda no Curso de Pós-graduação em Biotecnologia Marinha pelo IEAPM. Graduada em Ciência Ambiental pela UFF (2017). Pós-graduada em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras pelo IFRJ (2022).

⁴ Ajudante da Divisão de Biotecnologia Aplicada do IEAPM. Bacharel em Ciências Biológicas, com Mestrado em Biologia Marinha e Doutorado em Ciências e Biotecnologia pela UFF.

⁵ Chefe do Departamento de Meio Ambiente para a Zona Costeira e Águas Jurisdicionais Brasileiras, Superintendência de Meio Ambiente, Diretoria de Portos e Costas/MB. Graduada em oceanografia, com mestrado em engenharia ambiental pela UERJ. PhD em Ciências Marinhas pela universidade de Plymouth (Reino Unido).

⁶ Pesquisador-chefe na Divisão de Biotecnologia Aplicada do Departamento de Biotecnologia Marinha do IEAPM. Graduado em Ciências Biológicas pela UFRJ. Mestrado e Doutorado em Zoologia no Museu Nacional/UFRJ. PhD na Universidade Estadual de San Diego (Califórnia).



Deus, situados na Baía de Todos os Santos (BTS), no estado da Bahia, Brasil. Os dados estatísticos foram obtidos a partir da análise dos Formulários de Água de Lastro nos portos marítimos da BTS no ano de 2017 e evidenciaram que a maior parte da água de lastro deslastrada nos portos da BTS tem origem na Índia, China, mar do Caribe, Nigéria e Marrocos. O estudo propõe fomentar a adoção de ações preventivas e otimizar a inspeção naval da água de lastro em uma região de relevante tráfego marítimo.

Palavras-chave: bioinvasão, inspeção naval, água de lastro, IMO.

ABSTRACT

Marine biodiversity has undergone constant changes due to bioinvasion caused by ballast water, which can carry sediments, pollutants, contaminants and several species of non-native organisms, some of which are potentially pathogenic. This study aims to investigate the main contributing sources of ballast water and their relative contribution in the ports of Salvador and Aratu, and in the waterway terminal Madre de Deus, located in Baía de Todos os Santos (BTS), in the state of Bahia, Brazil. Statistical data were obtained from the analysis of Ballast Water Forms in BTS seaports in 2017 and most of the ballast water that is discharged in those ports are from China, India, Caribbean Sea, Nigeria and Morocco. The study proposes the adoption of preventive actions and optimization of naval inspection for ballast water in a region of relevant maritime traffic.

Keywords: bioinvasion, naval inspection, ballast water, IMO.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta (CARVALHO,

2018; MMA, 2022). O país é também importante fonte de recursos naturais, não apenas pelos serviços ecossistêmicos, mas também pelas oportunidades que representam a sua conservação, uso sustentável e patrimônio genético (MMA, 2022). Neste cenário, destaca-se o espaço marítimo brasileiro, denominado Amazônia Azul, que, de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS, 1982), é composto pelo Mar territorial, Zona Contígua, Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e Plataforma Continental (PC) nacionais (PEREIRA, 2019; MARINHA DO BRASIL, 2022). Essa região tem recebido atenção dos formuladores da política nacional (CARVALHO, 2018), visando à consolidação de sua integração ao território nacional, garantia das fronteiras, ocupação racional do espaço físico e exploração sustentada dos recursos (MARINHA DO BRASIL, 2022). Importantes recursos naturais renováveis e não renováveis de interesse ambiental e econômico mundial se concentram na Amazônia Azul (SILVA-NETO, 2015; MARINHA DO BRASIL, 2022).

Economicamente, o setor portuário brasileiro, formado pelos portos públicos e terminais privados, movimentou 1,2 bilhão de toneladas (bi.t) em 2021, um crescimento de 4,1% se comparado ao ano anterior. Considerada a principal rota internacional do comércio brasileiro, a navegação de longo curso cresceu 5,4%, movimentando 853,9 milhões de toneladas (Mt). No que diz respeito à exportação, o principal parceiro comercial do Brasil é a China (51%), seguido pelos Estados Unidos (4%), Malásia (4%), Cingapura (4%) e Japão (3%). Por outro lado, as principais importações em 2021 vieram dos Estados Unidos (24%), China (11%), Rússia (7%), e Argentina (6%) (ANTAQ, 2022).

As instalações portuárias brasileiras, geralmente localizadas em ambientes



estuarinos, são áreas de interesse para o desenvolvimento de pesquisas científicas, cujo foco é aliar o desenvolvimento econômico e a soberania nacional com a conservação dos recursos ambientais e a promoção da qualidade de vida das populações (BARROS et al., 2010; ROCHA et al., 2012; SANT'ANA, 2016). Uma questão que se destaca, neste contexto, diz respeito à água de lastro das embarcações.

Água de lastro compreende a água transportada em tanques a bordo de um navio para controlar o trim (a distribuição de carga no navio), calado, estabilidade e tensões do navio (IMO, 2014; PEREIRA, 2018). Navios comerciais necessitam manter um constante balanço entre a carga transportada e a água de lastro. Ao longo das travessias e durante as operações de carregamento e descarregamento da carga transportada, a água de lastro pode ser carregada, descarregada ou mesmo substituída. Sedimentos, poluentes, contaminantes e diversas espécies de organismos (vírus, bactérias, plâncton, vertebrados) associados à água de lastro podem ser carreados para diferentes regiões e causar prejuízos às atividades econômicas, promover alterações ecológicas e gerar problemas de saúde pública (PEREIRA, 2018).

Em resposta a estes riscos, a Organização Marítima Internacional (IMO) adotou, em 2004, a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, que prescreve diretrizes para a prevenção, controle e minimização da bioinvasão por água de lastro (IMO, 2014). Até 2017, quando a Convenção entrou em vigor, a principal forma de gestão era a troca oceânica do lastro (D-1), que devia ocorrer em mar aberto, a uma distância mínima de 200 milhas náuticas (MN) da terra mais próxima, ou a 50 MN, mas sempre a pelo

menos 200m de profundidade (BRASIL, 2021). Posteriormente, métodos de gestão com base em sistemas de tratamento da água de lastro foram propostos, a fim de cumprir com o padrão D-2 de desempenho previsto na Convenção de Água de Lastro, que permite uma abundância máxima de organismos viáveis e certos indicadores microbiológicos patogênicos para deslaster após o tratamento (IMO, 2014).

Considerando o cenário brasileiro, este estudo tem por objetivo investigar as principais fontes contribuintes de lastro e a contribuição relativa dessas fontes nos portos de Salvador e Aratu, e no terminal aquaviário Madre de Deus, situados na Baía de Todos os Santos. Espera-se que essa avaliação contribua para otimizar a inspeção naval da água de lastro em uma região de relevante tráfego marítimo.

2. MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS), localizada na cidade de Salvador, Estado da Bahia, é a segunda maior baía costeira do Brasil, ocupando uma área de 1.233 km² e 184 km de perímetro de costa (Figura 1). Constitui uma Área de Preservação Ambiental (APA), equivalente à categoria V da "International Union for Conservation of Nature". É caracterizada por ser a região de maior diversidade de corais do oceano Atlântico Sul Ocidental, com o maior número de espécies endêmicas do Brasil (CASTRO & PIRES, 2001; LEÃO et al., 2003). Os recifes da baía estão concentrados em duas regiões: os recifes do interior da baía, localizados mais próximos do complexo industrial e da cidade de Salvador; e os recifes externos, localizados na entrada da baía, expostos à ação das águas oceânicas (CRUZ et al., 2009).



Com uma profundidade média de 9 metros, a BTS é um sistema estuarino típico de clima tropical úmido. A circulação interna na baía é forçada por marés, de regime semidiurno, que condicionam uma coluna d'água bem misturada e com características

oceânicas de acordo com a circulação sazonal do vento. Apresenta influência da Água Tropical, caracterizada por temperaturas acima de 20°C e salinidade acima de 36‰ (CIRANO & LESSA, 2007; LESSA et al., 2009; SANTANA et al., 2018; SANTOS et al., 2020).



Figura 1 – Mapa da Baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil) com destaque para os portos de Salvador e Aratú, e terminal aquaviário Madre de Deus



A BTS contempla um conjunto de portos marítimos que são responsáveis por receber navios exportadores e importadores de contêineres, trigo, celulose, frutas, entre outras mercadorias. De acordo com os dados do painel estatístico aquaviário, produzido pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), no ano de 2021, a movimentação portuária de carga na região foi cerca de 13,4 milhões de toneladas (Mt), sendo as importações (9.2 Mt) superiores às exportações, que corresponderam a 4.2 Mt (ANTAQ, 2022). Devido à sua posição geográfica, a meio caminho da rota do Mercosul, a BTS é considerada área estratégica e, somada às demais regiões portuárias localizadas no Oceano Atlântico Sul, conecta o comércio marítimo dos países do Atlântico Norte com os países do Oriente (CODEBA, 2022).

2.2 Coleta dos dados

Os dados estatísticos foram obtidos a partir da análise dos Formulários de Água de Lastro (FAG) dos navios inspecionados pela Capitania dos Portos da Bahia (DPC/CPBA) nos portos marítimos da BTS no ano de 2017. Eles contêm informações de identificação dos navios e detalhes dos trânsitos, como o porto de origem e o próximo porto, além do histórico da água de lastro, como local de origem e do deslastre, parâmetros físico-químicos, como temperatura, salinidade e profundidade, bem como o método de gerenciamento utilizado. O conjunto de FAGs representou uma fração de 5% do total de movimentação de navios na BTS, de modo que os valores obtidos nos formulários foram extrapolados para 100% (~20x valor apurado no FAG).

Para cada tanque de lastro relatado no FAG, foram analisadas informações de origem declarada, área de troca,

volume de troca e volume deslastrado. Essas informações foram traduzidas nos parâmetros de frequência e volume deslastrado na região, que são a base do cálculo dos coeficientes de risco C1 e C2 (AWAD et al., 2004). Por escassez de informações, não foram considerados nessa análise a similaridade ecológica entre portos doadores e receptores (C3) e nem o risco biológico intrínseco às espécies potencialmente invasoras (C4).

Em adição aos FAGs, foram obtidos dados da variação mensal da carga importada e exportada pelo Porto de Salvador (CODEBA, 2022) como um indicativo do saldo de movimentação de água de lastro na região. A relação entre a movimentação de carga (importação: exportação) e o saldo de água de lastro foi utilizada como indicador (proxy) da natureza doadora ou importadora da BTS (VERNA et al. 2021). Eventuais diferenças entre anos foram testadas por meio da Análise de Variância Unifatorial (F_{ANOS}) com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos nos formulários para o Porto de Salvador foram validados pelas informações obtidas no site do Porto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisarmos os registros dos anos 2000 a 2021 (Figura 2), a média anual de navios que chegaram à BTS variou de 577 a 978 ao ano. Mensalmente, aportaram entre 34 e 100 navios, responsáveis por cerca de 3.700 toneladas métricas (TM) de água deslastrada. O total de navios e de volume deslastrado entre os anos de 2003 e 2007 foi significativamente ($F_{21/242}=30$; $p<0,01$) superior aos registrados em anos anteriores e posteriores.

Aportaram em Salvador um total de 596 navios (CODEBA, 2022). Não foram encontradas informações sobre o total de navios que chegaram em Aratu e Madre de



Deus. Contudo, com base no número de formulários recebidos, estima-se que cerca de 1000 a 1200 navios aportaram nos portos e terminal da BTS. Em torno de 4%~5% (n=50) desses navios foram inspecionados e cerca de 2.2×10^7 TM de água de lastro podem ter sido liberadas na baía. Esse volume representa cerca de 10% do total deslastrado na baía de São Luís, no Maranhão (FERNANDES et al. 2021).

com exceção de alguns meses em 2008. A partir de 2011, a BTS se tornou predominantemente doadora de lastro (deslastre negativo), exceto por alguns meses em 2015, 2017 e 2018.

A movimentação portuária de cargas na BTS em 2017, ano analisado pelo presente estudo, foi de 12,2 milhões de toneladas (Mt). As importações (7,8 Mt) foram quase duas vezes maiores que o

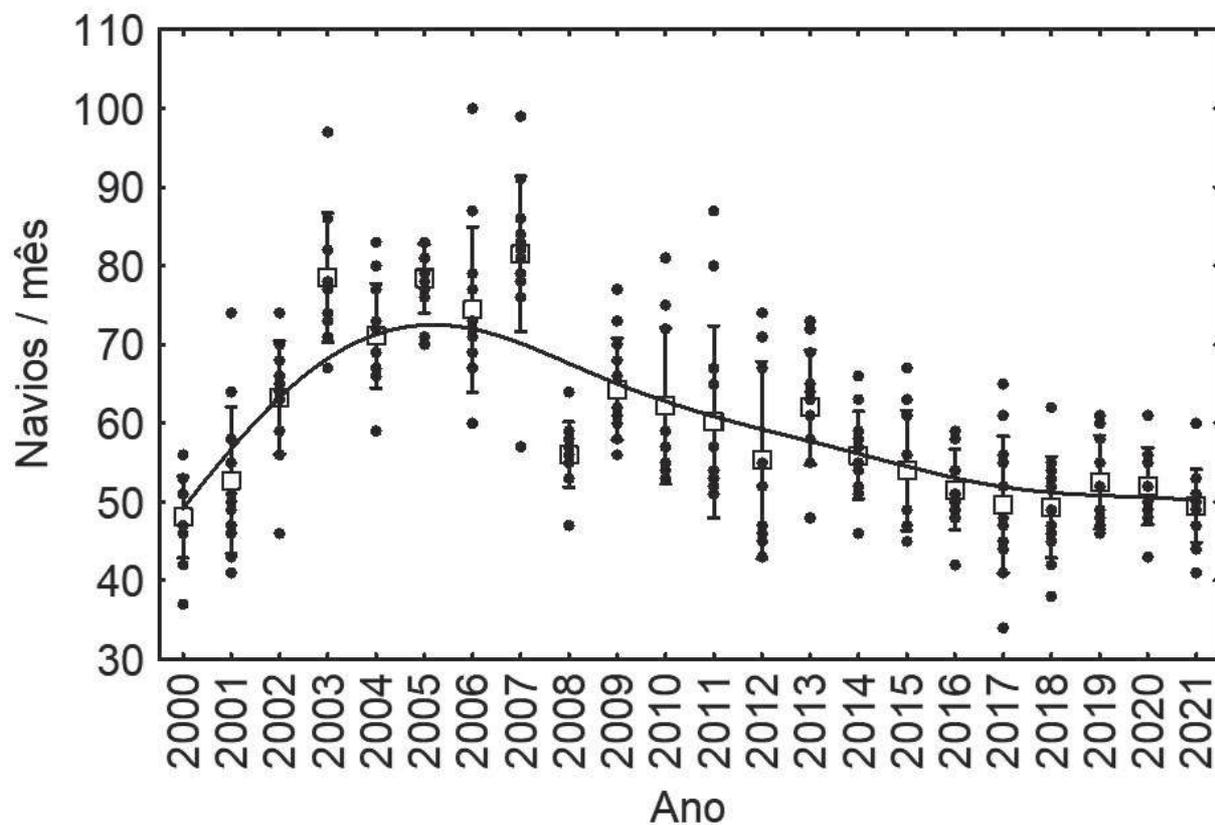


Figura 2 – Registros portuários de embarcações que atracaram na baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil) entre os anos 2000 e 2021 (Dados provenientes de <https://www.codeba.gov.br>)

A tendência mencionada anteriormente aparece na variação mensal da estimativa de deslastre para a BTS (Figura 3). Entre os anos de 2000 a 2011, o volume mensal de água deslastrada foi superior ao volume de água de lastro doado,

volume exportado (4,4 Mt) no período (ANTAQ, 2022). Em relação à água de lastro registrada nos formulários, houve uma variação entre o primeiro semestre (doador) e o segundo, receptor (Figura 3, área de destaque em vermelho).

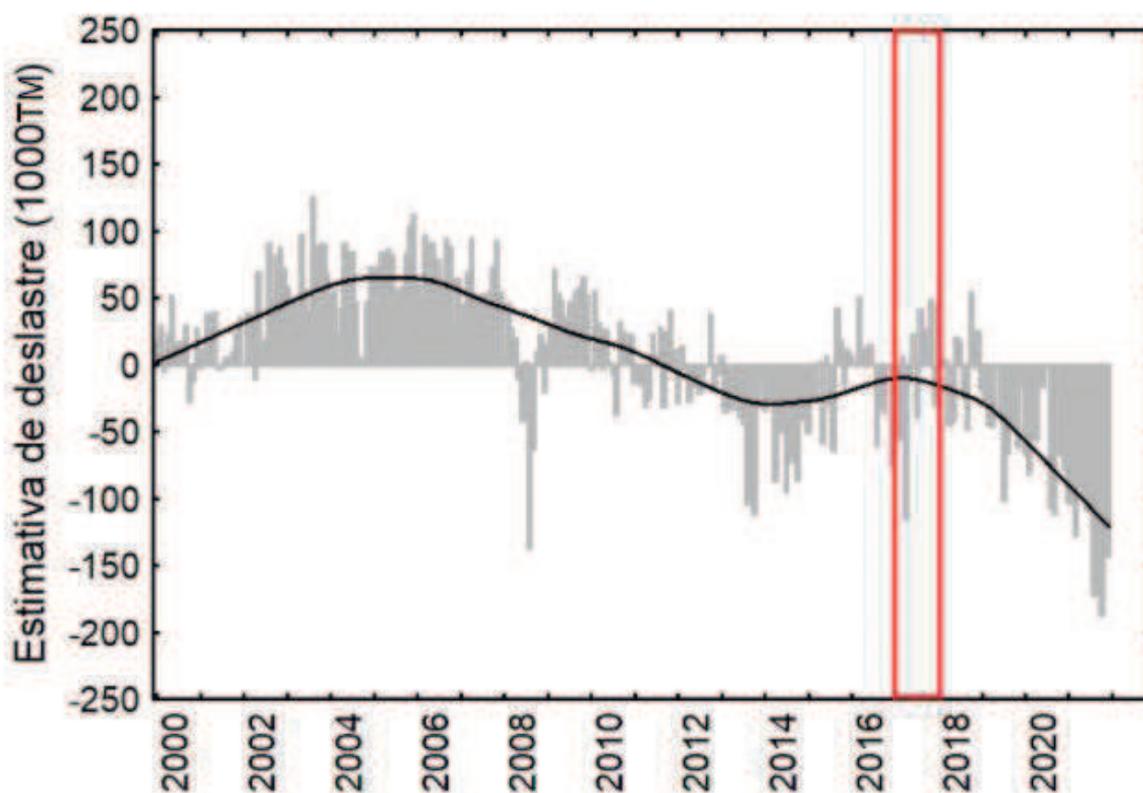


Figura 3 – Estimativa de deslastre (em toneladas métricas) na baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil) entre 2000 a 2021, e o ano de 2017 em destaque (em vermelho)

Até o ano de 2002, cerca de 30 espécies não nativas introduzidas via água de lastro já haviam sido identificadas no Brasil (GOLLASCH & FERNANDES, 2002 apud ZANELLA, 2015). Em 2007, a floração de dinoflagelados tóxicos na BTS coincidiu com o ano de maior movimentação de navios na região, gerando impactos socioambientais e econômicos consideráveis. Em decorrência dessa floração, foi relatada uma mortalidade estimada de 50 toneladas de recursos pesqueiros e a hospitalização de centenas de ribeirinhos (PEIXOTO, 2008). Paralelamente, entre 2007 e 2008, houve uma mudança na direção do volume de deslastro na BTS (Figura 3), que passou de predominantemente importador para exportador de água de lastro.

Em 2017, as principais fontes de água de lastro em termos de número de

inóculos (tanques) e de volume deslastrado (toneladas métricas) estavam situadas na Índia, China, mar do Caribe, Marrocos e Nigéria (Tabela 1). Reunidas, essas regiões contribuíram com cerca de 33% do volume e 38% do número de tanques referentes à água deslastrada na BTS. Destacaram-se os portos de Guangzhou (China), Haldia (Índia), Casablanca (Marrocos) e Harcourt (Nigéria). Os coeficientes estimados no presente estudo relativos ao número de tanques e ao volume deslastrado apontam para as quatro regiões mencionadas, embora a potencial similaridade ecológica entre portos de Harcourt (Nigéria) e Guangzhou (China) recebam destaque por serem áreas estuarinas com salinidade e temperatura equivalente à da BTS (LIU, 2013). Os mapas representando a C1 e C2, respectivamente, são exibidos nas figuras 4 e 5.



Tabela 1. Principais locais e portos com volume total deslastrado e trocado (em toneladas métricas, TM) e número de tanques de água de lastro na baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil) em 2017.

País / Região	Volume Total Deslastrado (TM)	Volume Total Trocado (TM)	Número de Tanques
Índia	2991	7817	1741
Haldia	1855	5283	998
China	2177	2803	1331
Guangzhou	575	575	333
Mar do Caribe	1201	1168	205
Marrocos	516	509	870
Casablanca	312	306	691
Nigéria	332	1063	256
Harcourt	189	629	154

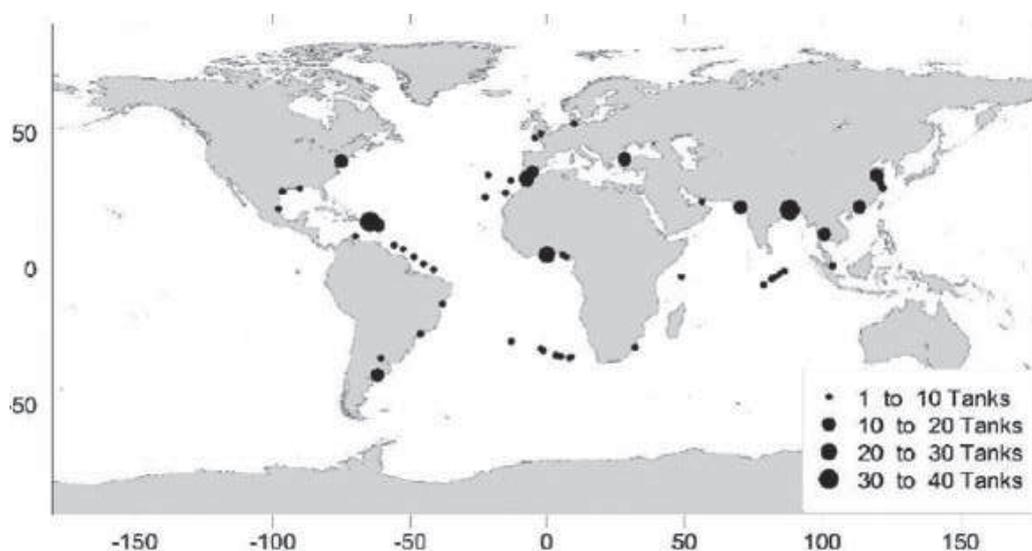


Figura 4 – Origens mais frequentes (C1) dos tanques de água deslastrada na baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil)

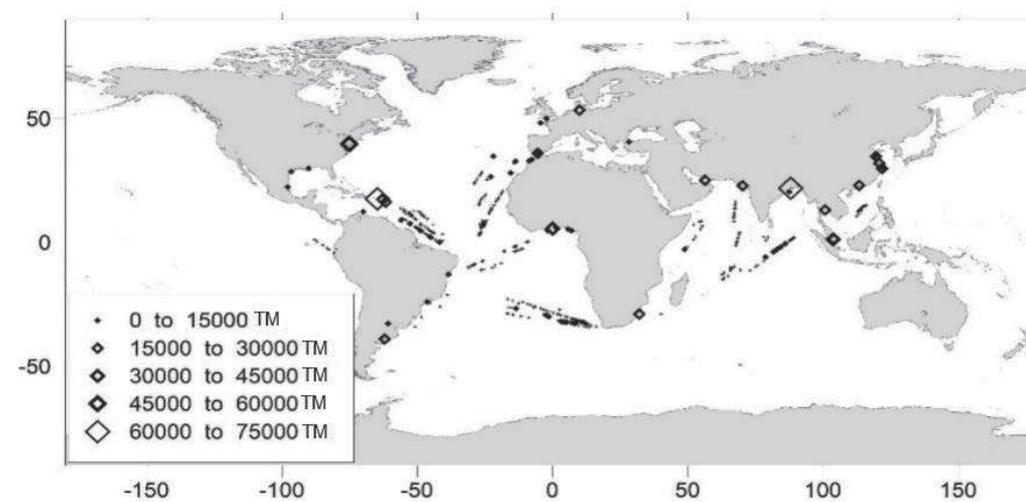


Figura 5 – Origens dos volumes em toneladas métricas de água deslastrada (C2) na baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil) e regiões oceânicas onde ocorreu troca de água de lastro



Os navios vindos da Índia foram os maiores responsáveis pela água de lastro, em volume deslastrado, volume de água trocada e número de tanques (Tabela 1). Há uma alta concentração de poluição orgânica causada pela eutrofização dos ecossistemas marinhos nos países fronteiriços ao Oceano Índico, região da Índia, onde se localiza 30% da cobertura global de recifes de corais com extensão de aproximadamente 0,2 milhão de km². Os países do Oceano Índico possuem cerca de 246 estuários drenando regiões interiores maiores que 2.000 km², além de estuários menores. Diferentemente da BTS e do Brasil, a Índia sofre o efeito da estação das Monções, que causam uma anomalia nas precipitações e uma reversão sazonal das correntes marinhas (WAFAR et al., 2011). Em um estudo realizado entre a costa sudeste da Índia e o Sri Lanka, 50% das espécies de *Vibrio* encontradas eram de *V. cholerae* (causador da cólera) exibindo resistência a múltiplos antibióticos, incluindo beta-lactâmicos (SNEHA et al. 2016).

O porto indiano que mais contribuiu com os valores de água de lastro e tanques no presente estudo foi o de Haldia, localizado na costa leste da Índia. Espécies halofílicas e halotolerantes causadoras de bacteremia foram encontradas neste porto. Além disso, toda a área costeira da Baía de Bengala é marcada por epidemias de doenças, principalmente pelo *V. cholerae*. O risco de epidemias na região aumenta durante a estação das Monções (KUCHI et al., 2021). Considerando os valores obtidos para a água de lastro de embarcações oriundas da Índia, isso representa um risco potencial na introdução de espécies patogênicas e, conseqüentemente, na introdução de doenças na BTS.

O risco crescente da introdução de patógenos, espécies não nativas invasoras e/ou nocivas, via água de lastro, justifica

a implementação da norma D-2 em escala global. Wu et al. (2017) revisaram informações sobre o conteúdo biológico da água de lastro de navios na China, o segundo país mais representativo pela água de lastro na BTS, e constataram 17 espécies causadoras da maré vermelha e 22 espécies de bactérias patogênicas.

Em estudo feito no Porto de Cingapura, no mar do sul da China, espécies do gênero *Vibrio* foram encontradas em água de lastro de navios, sendo que 15% delas eram de *V. alginolyticus*, a espécie mais resistente a antibióticos. Ainda, valores de *Enterococci* encontrados na água de lastro foram três vezes maiores do que o limite aceitável de 100 CFU/100 ml (Unidades formadoras de colônias a cada 100ml) mencionado na norma D-2 (NG et al., 2018). O mar sul da China se caracteriza por ser semifechado, com menor biodiversidade se comparado aos ambientes marinhos adjacentes. Seu maior porto é o Guangzhou, que apresenta similaridade ambiental com a região portuária da BTS. Assim como no Brasil, a maior ameaça para a biodiversidade marinha na China é a degradação ambiental, especialmente em ambientes estuarinos, caracterizados como locais de reprodução e crescimento de várias espécies. (LIU, 2013).

No ano de 2017, um total de 205 tanques de água de lastro originários do mar do Caribe chegaram à BTS. Essa região possui uma cobertura de recifes de corais de 26.000 km², contendo a maior concentração de espécies marinhas do Oceano Atlântico, representando um hotspot de biodiversidade marinha em escala global. Apenas 2% das espécies de copépodes encontradas no mar do Caribe são endêmicas, e, dentre as 45 espécies não nativas presentes, destacam-se o “perna-perna” (*Perna viridis*) e o peixe-leão vermelho (*Pterois volitans*) (MILOSLAVICH et al.,



2010). Assim como no Caribe, a BTS compreende uma região de recifes de corais reconhecidos pela biodiversidade e que se encontram vulneráveis à introdução de espécies capazes de gerar impactos negativos ao endemismo local.

No Marrocos, o ambiente costeiro e marinho está ameaçado pela introdução de espécies para cultivo, e ainda não se dispõe de informações locais específicas sobre a água de lastro (MENIOUI, 2021). Com as poucas informações de portos marroquinos, foi considerada toda a região adjacente, entre o Oceano Atlântico Norte e o Mar Mediterrâneo. A Península Ibérica é considerada um *hotspot* de entrada de espécies não nativas devido, entre outros motivos, ao elevado tráfego marítimo no estreito de Gibraltar (MARTINEZ-LAIZ et al., 2018). De acordo com estudos de modelagem numérica oceanográfica, as águas que fluem do Mar Mediterrâneo para o Oceano Atlântico se tornarão mais salgadas, quentes e menos densas, e isso provavelmente facilitará a introdução de espécies não nativas em ambos os ambientes marinhos (YAPICI, 2021). Portanto, na BTS o intenso tráfego marítimo e portuário poderia facilitar a bioinvasão via água de lastro proveniente do próprio Oceano Atlântico.

A Nigéria tem uma rica história de operações portuárias e de desenvolvimento devido ao grande mercado de exploração e exportação de petróleo e gás. No entanto, somente a partir de 2012, foi criada a legislação para gestão de água de lastro, contemplada no Regulamento da Navegação Mercante (NPA, 2014 apud OJESANMI et al., 2016). O porto de Harcourt faz parte do complexo portuário de Lagos, o qual destaca-se pela região portuária de maior movimentação de carga que faz escala na Nigéria (OJESANMI et al., 2016). Neste estudo, dentre os FAGs analisados dos portos da Nigéria, apresentou-se o porto de Harcourt

como fonte de maior volume deslastrado na BTS, 2017. Tendo em vista a movimentação de carga ser um indicativo do saldo da movimentação de água de lastro (VERNA et al. 2021), este estudo evidencia o porto de Harcourt, bem como Ojesanmi et al. (2016). Em termos gerais, a Nigéria foi a menor doadora de água de lastro, em relação ao volume deslastrado na BTS (Tabela 1), porém, destaca-se sua relevância, pois a biodiversidade oceânica da referida região tem sofrido graves ameaças em razão do intenso tráfego marítimo, além de apresentar similaridade ambiental com a BTS, o que caracteriza parâmetros físico-químicos da água que fornecem a condição ótima para a sobrevivência do organismo e assim consolidar a bioinvasão.

As análises de risco para bioinvasão proveniente da água de lastro devem considerar navios cuja origem biogeográfica é semelhante (ou não) ao destino e, ainda, se o navio adotou algum tipo de gestão da água de lastro a bordo, seja por meio da adoção de um sistema de tratamento compatível com as diretrizes previstas no padrão D-2 ou mesmo pela realização da troca oceânica do lastro, padrão D-1, conforme o caso. Outros métodos de gerenciamento de água de lastro também poderão ser aceitos, contanto que tais métodos garantam, pelo menos, o mesmo nível de proteção ao meio ambiente, à saúde pública, às propriedades, ou aos recursos e sejam aprovados em princípio pelo Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho (Regra B-3 da Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios) (IMO, 2014).

4. CONCLUSÕES

Além do conhecimento científico, ao ampliar o estudo sobre as relações



de movimentações portuárias globais e a similaridade ambiental entre portos, estudos como o presente permitem avaliar e subsidiar ações referentes aos impactos ambientais provenientes da água de lastro em regiões portuárias. Além de fomentar a adoção de ações preventivas no que diz respeito à introdução de espécies não nativas e organismos patogênicos decorrentes da navegação marítima.

A despeito da troca oceânica realizada por mais de 90% dos navios, a maior parte da água de lastro que é descarregada na BTS

tem origem em cinco regiões principais: China, Índia, mar do Caribe, Nigéria e Marrocos, respectivamente. A provável similaridade ambiental entre algumas dessas áreas, aliada à curta distância temporal entre o Porto de Harcourt (Nigéria) e o Porto de Salvador (Brasil), por exemplo, aponta para a necessidade de desenvolvimento e implementação de estratégias reunindo o Controle do Estado do Porto, a Administração Portuária, os Armadores, a Academia e os órgãos locais de meio ambiente para a prevenção à bioinvasão por água de lastro na BTS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). *Desempenho Portuário 2021– Anuário Estatístico*, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2022/setor-portuario-movimenta-1-2-bilhao-de-toneladas-de-cargas-em-2021/anuario-2021-vf-003.pdf/view>>. Acesso em: 25/03/2022.

AWAD A.; CLARKE C.; GREYLING L. e colab. *Ballast water risk assessment: port of Saldanha Bay, Republic of South Africa, November 2003: final report*. International Maritime Organization (IMO), London. 2004. Disponível em: <<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/PartnershipsProjects/Documents/Mono13.pdf>>. Acesso em: 18/03/2022.

BARROS, S.R.S.; WASSERMAN, J. C.; LIMA, G. B.A. Risco Ambiental na zona costeira: uma proposta interdisciplinar de gestão participativa para os Planos de Controle a Emergências dos portos brasileiros. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 10, n. 2, p. 217-227, 2010. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340129004.pdf>>. Acesso em: 20/03/2022.

BRASIL, Marinha do Brasil. *NORMAM 20/DPC: Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios*. 2 ed. Diretoria de Portos e Costas, 2021, 36p. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dpc/node/3777>>. Acesso em: 18/03/2022.

CARVALHO, R.G. *A Amazônia Azul*, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/27819>>. Acesso em 22/03/2022.

CIRANO, M. & LESSA, G.C. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25(4), 363-387, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbg/a/7VthGqNgNd3MDyMjFNwvPG/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 18/03/2022.

CODEBA (Companhia das Docas do Estado da Bahia – Autoridade Portuária). Disponível em: <https://www.codeba.gov.br/eficiente/sites/portalcodoba/pt-br/site.php?secao=complexo_portuario>. Acessado em 27/03/2022.



CASTRO C.B. & PIRES, D.O. Brazilian Coral Reefs: *What we Already Know and What is Still Missing*. *Bulletin of Marine Science*, 69(2):357-371, 2001. Disponível em: <<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2001/00000069/00000002/art00013>> Acesso em: 10/03/2022.

CRUZ, I.C.S.; KIKUCHI, R.K.P. de; LEÃO, Zelinda Margarida de Andrade Nery. *Caracterização dos Recifes de Corais da Área de Preservação*. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 9, n. 3, p. 3-23, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340127001.pdf>>. Acesso em: 18/03/2022.

GOLLASCH, S.; FERNANDES, F.C. Case Studies of Introduced species in Brazilian Waters. Glo-Ballast, 2002. In: ZANELLA, Tiago V. *Água de lastro e bioinvasão no Brasil: Uma análise do posicionamento do Brasil frente ao risco de bioinvasão de espécies exóticas via água de lastro dos navios*. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, v. 6, p. 1639-1671, 2015. Disponível em: <https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2015/6/2015_06_1639_1671.pdf>. Acesso em: 20/03/2022.

FERNANDES, L.; MOURA, L. CASTRO, M. C. T.; FERNANDES, F. Temporal trends of the bioinvasion risk through ballast water: a case study in the Maranhão harbor (Brazil). *Biological Invasions*, v. 23, n. 11, p. 3457-3469, 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-021-02590-9>>. Acesso em: 10/03/2022.

IMO (International Maritime Organization). *Marine Environment Protection Committee (MEPC). Guidelines for Port State Control under the BWM Convention. Resolution MEPC 252(67)*, 11p. 2014. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.252\(67\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.252(67).pdf)>. Acesso em: 01/03/2022.

KUCHI, N.; KHANDEPARKER, L.; ANIL, A. C. *Response of the bacterial metagenome in port environments to changing environmental conditions*. *Marine Pollution Bulletin*, v. 172, p. 112869, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21009036>>. Acesso em: 01/03/2022.

LEÃO, Z.M.; KIKUCHI, R.K.P; TESTA, V.. *Corals and coral reefs of Brazil*. In: *Latin American coral reefs*. Elsevier Science, p. 9-52, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444513885500035>>. Acesso em: 18/03/2022.

LESSA, G.C., CIRANO, M., GENZ, F., TANAJURA, C.A.SO & SILVA, R.R. *Oceanografia Física*. 2009. In: HATJE, V.; ANDRADE, J.B. (Org.) *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Salvador: EDU-FBA, p. 71-119, 2009. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/4szy8>>. Acesso em: 18/03/2022.

LIU, J.Y. *Status of marine biodiversity of the China Seas*. *PLoS One*, v. 8, n. 1, p. e50719, 2013. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0050719>>. Acesso em: 22/03/2022.

MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2022. *Biodiversidade*. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade.html>>. Acesso em 25/03/2022.

MARINHA DO BRASIL, 2022. *Amazônia azul: nossa fronteira leste é marítima...e também é objeto de nossas pesquisas!* Escola de guerra naval | SPP – Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Disponível em: <www.marinha.mil.gov.br/spp/amazonia-azul>. Acesso em: 25/03/2022.



MARTINEZ-LAIZ, Gemma; ROS, Macarena; GUERRA-GARCIA, Jose M. *Marine exotic isopods from the Iberian Peninsula and nearby waters*. PeerJ, v. 6, p. e4408, 2018. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/4408/>>. Acesso em: 10/03/2022.

MENIOUI, M. *Elements for Reflection on Primary Invasive Alien Species (IAS) in Morocco: Actual and Potential Impacts*. *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*, v. 1, p. 196-241, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119607045.ch7>>. Acesso em: 10/03/2022.

MILOSLAVICH, P. e colab. *Marine biodiversity in the Caribbean: regional estimates and distribution patterns*. PloS one, v. 5, n. 8, p. e11916, 2010. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0011916>>. Acesso em: 22/03/2022.

NG, C., GOH, S. G.; SAEIDI, N.; GERHARD, W. A.; GUNSCH C. K.; GIN, K. Y. H. Occurrence of *Vibrio* species, beta-lactam resistant *Vibrio* species, and indicator bacteria in ballast and port waters of a tropical harbor. *Science of the Total Environment*, v. 610, p. 651-656, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717320971>>. Acesso em: 18/03/2022.

NPA (Nigerian Ports Authority). *Historical Timeline of Nigerian Port Authority*, 2014a. In: OJESANMI, Adesola S.; OHIMAIN, Elijah I.; INYANG, Iniobong R. Preliminary review of ballast water legal framework and processes in Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, v. 10, n. 2, p. 46-51, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Adesola-Ojesanmi/publication/306078238_Preliminary_Review_of_Ballast_Water_Legal_Framework_and_Processes_in_Nigeria/links/57adf4a008aeb2cf17bd9a91/Preliminary-Review-of-Ballast-Water-Legal-Framework-and-Processes-in-Nigeria.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.

OJESANMI, A. S.; OHIMAIN, E. I.; INYANG, I. R. *Preliminary review of ballast water legal framework and processes in Nigeria*. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, v. 10, n. 2, p. 46-51, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Adesola-Ojesanmi/publication/306078238_Preliminary_Review_of_Ballast_Water_Legal_Framework_and_Processes_in_Nigeria/links/57adf4a008aeb2cf17bd9a91/Preliminary-Review-of-Ballast-Water-Legal-Framework-and-Processes-in-Nigeria.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.

PEIXOTO, J.A.S. *Bahia de Todos os Santos: vulnerabilidades e ameaças*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/9714>>. Acesso em: 18/03/2022.

PEREIRA, N.N. (Org.) *Água de lastro: gestão e controle*. Editora Edgard Blücher Ltda. 5ed. 236p, 2018. PEREIRA, R. *O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico*, 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/economia-azul/noticias/o-que-e-amazonia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-potencia-militar-no-atlantico>>. Acesso em: 25/03/2022.

ROCHA, G. O.; GUARIEIRO, A. L. N.; ANDRADE, J. B.; EÇA, G. F.; ARAGÃO, N. M.; Aguiar, R. M.; KORN, M.G.A.; BRITO, G.B.; MOURA, C.W.N.; HATJE, V. *Contaminação na Baía de Todos os Santos*. Rev. Virtual Quim., 4 (5), p. 583-610, 2012. Disponível em: <<https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/328>>. Acesso em: 18/03/2022.



SANTANA, R, TEIXEIRA, C, LESSA, G. *The Impact of Different Forcing Agents on the Residual Circulation in a Tropical Estuary (Baía de Todos os Santos, Brazil)*. *Journal of Coastal Research*, 34(3), p. 544–558, 2018. Disponível em: <<https://meridian.allenpress.com/jcr/article-abstract/34/3/544/145937/The-Impact-of-Different-Forcing-Agents-on-the>>. Acesso em: 22/03/2022.

SANT'ANA, H. A. J. *Complexo portuário, reserva extrativista e desenvolvimento no Maranhão*. *Caderno CRH*, v. 29, p. 281-294, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ccrh/a/brZLdh-JVsgPDL3p6qRmRJwn/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 18/03/2022.

SANTOS, L. P. N.; AFFE, H. M. de J.; CASTRO N. J. M. *Microfitoplâncton na Baía de Todos Os Santos (Brasil): composição, diversidade e abundância em um curto período de tempo*. *Acta Botanica Malacitana*, n. 45, p. 27-36, 2020. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7698905>>. Acesso em: 18/03/2022.

SILVA-NETO, O. *A Amazônia azul e a geopolítica brasileira: influências sobre as causas marítimas no país*, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/29929>>. Acesso em: 25/03/2022.

SNEHA, K. G. et al. *Distribution of multiple antibiotic resistant Vibrio spp across Palk Bay*. *Regional Studies in Marine Science*, v. 3, p. 242-250, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485515000717>>. Acesso em: 20/03/2022.

UNCLOS (*United Nations Convention on the Law of the Sea*), 1982. Disponível em: <https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf> Acesso em: 26/03/2022.

VERNA, Danielle E.; MINTON, Mark S.; RUIZ, Gregory M. *Trade Exports Predict Regional Ballast Water Discharge by Ships in San Francisco Bay*. *Frontiers in Marine Science*, p. 940, 2021. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.638955/full>>. Acesso em: 10/03/2022.

WAFAR, Mohideen et al. *State of knowledge of coastal and marine biodiversity of Indian Ocean countries*. *PLoS one*, v. 6, n. 1, p. e14613, 2011. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0014613>>. Acesso em: 25/03/2022.

WU, H.; CHEN, C.; WANG, Q.; LIN, J.; XUE, J. *The biological content of ballast water in China: A review*. *Aquaculture and Fisheries*, v. 2, n. 6, p. 241-246, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468550X16300272>>. Acesso em: 18/03/2022.

YAPICI, Sercan. *A risk screening of potential invasiveness of alien and Neontative marine fishes in the mediterranean sea: Implications for sustainable management*. *Sustainability*, v. 13, n. 24, p. 13765, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/24/13765>>.