

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**FERNANDO DO PRADO FLORÊNCIO**

**GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM**

**CURITIBA**

**2019**

**FERNANDO DO PRADO FLORÊNCIO**



**GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM**

Artigo apresentado à como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Análise Ambiental, Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Análise Ambiental.

Orientador: Prof. Msc. Orestes Jarentchuk Junior

**CURITIBA**

**2019**

## GERENCIAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM

**Fernando do Prado Florêncio**

**Orestes Jarentchuk Junior**

### RESUMO

No mundo, a introdução de espécies exóticas produz efeitos negativos sobre os ecossistemas. Parte desta contaminação ocorre por navios. Os Portos do Paraná constituem o segundo maior porto do Brasil com grande potencial de contaminação e possui um programa de gerenciamento de água de lastro. Analisou-se a efetividade do programa de 2016 a 2018, considerando o nível de salinidade, troca de água de lastro e registro de espécies exóticas. Foram realizadas buscas bibliográficas e critérios nas normas e procedimentos internacionais e nacionais vigentes. Para determinação do tamanho amostral foi empregada a técnica estatística de Cochran (1985) e proposta de metodologia de Romero-Martínez et al., 2017. Foram observados 3.312 navios, com 2.582 inspeções (77,96%) a bordo, 474 análises de documentos (14,31%) e 256 verificações não foram realizadas (7,73%), destas últimas, 58% dos navios eram do Brasil, outros não realizam trocas em alto mar. A bordo foram realizadas 909 medições de salinidade, sendo 292 em 2016, 356 em 2017 e 261 em 2018. As médias de salinidades ficaram dentro do esperado, entre 34,1‰ e 34,8‰ ( $\pm 0,3‰$ ). Foram levantadas oito espécies exóticas de bentos consolidado e uma espécie de zooplâncton. Entende-se que é preciso retirar a subjetividade, aplicando métodos mais objetivos

**Palavras-chaves:** Água de lastro, espécies exótica, gerenciamento.

### 1. INTRODUÇÃO

A expansão da ocupação antrópica nos últimos séculos tem promovido mudanças drásticas nos ambientes naturais, dado seu crescimento populacional exponencial, o desenvolvimento de técnicas e tecnologias visando o crescimento econômico, impulsionados pelo aumento da demanda por produtos e serviços (TAVARES; 2014). Como consequência dessa expansão populacional e de

ocupação do espaço geográfico, predominantemente de forma desordenada, observa-se um efeito deletério na biodiversidade global pelo somatório dos diferentes impactos relacionados à ação humana. Dentre os impactos de maior importância neste contexto estão: a destruição e alteração de *habitat*; a exploração de espécies nativas; a introdução de espécies exóticas (não nativas); a homogeneização estrutural da paisagem; a poluição; e as mudanças climáticas (SLINGENBERG et al., 2009; GROOMBRIDGE, 1992).

Dentre os impactos mencionados, a destruição e alteração de *habitat* se destacam em importância, dado uso alternativo do solo de forma direta e imediata. Nesta relação, a Comissão Nacional de Biodiversidade consonante com os entendimentos legais internacionais, reconhecem os impactos gerados pela introdução de espécies exóticas como o segundo impacto de maior significância no que se refere à perda da biodiversidade (LOPES, 2009). O estabelecimento das espécies exóticas, que se caracteriza como bioinvasão, pode ocorrer de forma intencional ou não intencional, sendo esta última fortemente relacionada à atividades econômicas, tais como a contaminação de *comodites* negociadas e transportadas internacionalmente, turismo, água de lastro, entre outros (COSTELLO; MCAUSLAND, 2003).

Desde o início do século 20, a principal forma de transporte de mercadorias no âmbito internacional é o transporte marítimo, a partir de navios de grande porte que possuem capacidade de transportar significativas quantidades de produtos. A operação desses navios, considerando os quesitos de funcionalidade e segurança, exigem o uso de lastro (material depositado no fundo dos navios para dar estabilidade). Atualmente, todos os navios operam usando a água como lastro (proveniente de rios, lagos e oceanos), em grande variedade de tanques, sendo que cada qual possui um nível de complexidade diferente para a operação do seu sistema de lastro (PEREIRA; BRINATI, 2018). Independente do sistema de lastreamento, a captação e o descarte da água de lastro são necessários para a operação dos navios. Esse procedimento é o grande responsável pela inserção de espécies oriundas de outros ecossistemas, que podem colonizar efetivamente esse novo ambiente, gerando problemas de saúde pública, desequilíbrios ecológicos e perdas financeiras.

Além de uma mera elucubração, a bioinvasão é um fato e produz muitos efeitos negativos sobre os ecossistemas invadidos. Desde o ano 1600, mais de 120

mil espécies exóticas se estabeleceram em diversos países como Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Índia, África do Sul e Brasil, causando extinções locais e prejuízos de até 250 bilhões de dólares (LOPES, 2009; KESSELRING, 2007). Vários países do mundo atualmente são impactados pela bioinvasão em seus ambientes aquáticos, fruto das trocas das águas de lastro.

No Brasil, a introdução de espécies exóticas remonta ao período da chegada dos colonizadores europeus, intensificando-se no último século pelo transporte de cargas comerciais, impulsionado pelos avanços tecnológicos (SOUZA et al., 2009). Neste contexto, atualmente os Portos do Paraná (Paranaguá e Antonina), constituem o segundo maior complexo portuário do Brasil, contendo 13 berços de atração e contando com um fluxo médio anual de 1.104 navios aportados por ano. Esses navios são oriundos das mais diversas partes do mundo, Europa, Ásia, África, Oceania, América (América do Sul, Central e Norte), aumentando as probabilidades de entrada de espécies exóticas na costa brasileira.

Assim, a partir de 2013 foram implementados e seguem em execução programas ambientais que visam monitorar as espécies estuarinas e marinhas do Complexo Estuarino de Paranaguá e seu entorno imediato, bem como programa de gerenciamento de água de lastro que visa o monitoramento do atendimento das normas internacionais de controle de trocas de águas de lastro. O programa de gerenciamento, ainda que de suma importância é básico e não reflete as atuais necessidades de gerenciamento, pois não dispõe de ferramentas que identifiquem sua eficiência. Assim, este trabalho visa comparar os resultados obtidos pelo programa de gerenciamento da água de lastro especificamente no período entre 2016 e 2018, com a análise contextualizada das ocorrências de espécies bioinvasoras na Baía de Paranaguá, com o intuito de apresentar uma ferramenta complementar para verificar a eficiência dos procedimentos atuais estabelecidos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

O lastro é o material utilizado como contrapeso para a estabilização de balões, aeróstatos e embarcações, como pedras, metal, água etc (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996). Por milênios, foram utilizados materiais sólidos para a estabilização dos navios, porém nos últimos séculos com os avanços da engenharia a água passou a ser utilizada como lastro por oferecer uma maior

flexibilidade, estabilidade durante a movimentação e facilidade de obtenção, dando maior agilidade e autonomia aos navios (PEREIRA, 2018).

A atividade, apesar de simples, apresenta uma complexidade em sua operação, pois depende do tamanho do tanque, da configuração espacial, das dimensões do navio, bem como de seu sistema de bombeamento e tubulações (PEREIRA; BRINATI, 2018). A capacidade de armazenamento do lastro pode variar de poucos metros cúbicos (barcos de pesca e lazer), a centenas de milhares de metros cúbicos em grandes navios de carga (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996; PEREIRA; BRINATI, 2018). Esses grandes navios podem armazenar em seus tanques de 60.000 a 200.000 m<sup>3</sup> de água, com bombeamento podendo chegar a 20.000 m<sup>3</sup>/h. Além disso, espera-se que nos próximos anos, navios maiores e com maior capacidade de transporte estejam operando em todo o mundo, o que inevitavelmente demandará maior capacidade de armazenamento.

A demanda por água de lastro decorre da necessidade de estabilização das embarcações. Quando o navio está com peso abaixo do ideal é realizada a captação da água do local de ancoragem para os tanques de armazenamento. Assim, o navio tem condições de se deslocar por grandes distâncias até chegar ao local de carregamento, geralmente outro porto, descartando a água de lastro para compensar à carga que será transportada. Este procedimento, contudo, tem sido responsável pela introdução de novas espécies em ambientes em que não existiam anteriormente (SILVIA; REISER, 2014; COLLYER, 2007).

A água de lastro transportada e descarregada pode transferir protozoários, bactérias, invertebrados, algas e até mesmo peixes de um local para outro com condições evolutivas e adaptativas diferentes, o que pode causar sérias ameaças ecológicas, econômicas e à saúde. Nela, podem estar presentes organismos exóticos, tóxicos e patogênicos, como o vibrião colérico, podendo levar a verdadeiras epidemias (COLLYER, 2007; GOMES, 2004). A introdução de uma espécie invasora em um novo *habitat* constitui risco ambiental, econômico e de saúde pública, pois, em condições ambientais favoráveis, livres de predadores, parasitas e competidores naturais, esses novos organismos podem atingir altas densidades populacionais, causando alterações na estrutura e funcionamento da composição ecossistêmica, o que pode levar à diminuição da abundância, da biomassa ou até mesmo à eliminação de espécies nativas do ambiente (SILVIA; REISER, 2014; LOPES, 2009).

Além disso, o transporte de espécies entre ambientes pode ser realizada de diversas formas, dispersão natural (aves, ventos, correntes marítimas etc.), criação para fins comerciais, aquariofilia e ornamentação, controle biológico e fauna associada, porém na água de lastro o potencial de veiculação aumenta significativamente (BELAY et al., 2016). Em estimativas globais e anuais de transferência de água de lastro, os valores variam entre 10 e 12 bilhões de toneladas e para as águas jurisdicionais brasileiras, cerca de 40 milhões de toneladas (IMO, 2005; SERAFIM; HENKES, 2013; CARMO, 2006). Estima-se que essa movimentação de águas no âmbito global tenha a capacidade de transporte de 3.000 a 7.000 espécies ao dia (SANTOS; LAMONICA, 2008; LEAL-NETO, 2007).

Nesse cenário de transferência de espécies, alguns casos conhecidos e que trouxeram problemas econômicos, ambientais e de saúde pública, demonstram a problemática real. Nos Estados Unidos, entre os anos de 1989 e 2000, ocorreu a introdução e o estabelecimento do mexilhão-zebra-europeu (*Dreissena polymorpha*) e hoje ocupa mais de 40% das vias navegáveis do país. No Mar Negro, a água viva norte americana (*Mnemiopsis leidyi*) levou a um colapso pesqueiro com imensos prejuízos de ordem econômica e ambiental à região. No Brasil, em Paranaguá, o vibrião colérico (*Vibrio cholerae*) gerou um surto de casos de cólera o que pode estar relacionada a veiculação por água de lastro e o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), espécie originária da Ásia e hoje um dos principais problemas de bioinvasão no país. Esses exemplos demonstram a dimensão dos problemas que podem ser desencadeados pela água de lastro (BITTENCOURT, 2018).

Como resultado do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, foram registradas na costa brasileira 66 espécies exóticas invasoras que afetam o ambiente marinho. Estas estão classificadas como 5% fitoplâncton, 15% macroalgas, 15% zooplâncton, 57% zoobentos, 6% peixes e 2% bactéria (SOUZA et al., 2009). Apesar dos números alarmantes, a água de lastro como procedimento operacional é indispensável à segurança dos tripulantes das embarcações, pois os naufrágios podem produzir impactos de magnitude ainda mais significativos nos ambientes naturais.

Visando a segurança e funcionalidade das operações, e não menos importante a redução da veiculação de espécies exóticas entre países e/ou continentes, 1998 a Organização Marítima Internacional (IMO) através da resolução A.868(20), estabeleceu uma série de procedimentos para o controle e a gestão da



água de lastro e sedimentos em navios, visando a redução do transporte de espécies entre ambientes costeiros. Em consonância às diretrizes internacionais, o Brasil estabeleceu a obrigatoriedade do procedimento pela NORMAM nº 20/2005 aprovada pela Portaria DPC nº 52/2005, para que todas as embarcações cujos destinos sejam os portos em águas jurisdicionais brasileiras. Dentre os vários procedimentos, os principais são: que as trocas devem ocorrer a pelo menos 200 milhas náuticas da terra mais próxima e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade, e pelos métodos de troca sequencial, fluxo contínuo e diluição; se não for possível por questões de segurança deve-se realizar a pelo menos 50 milhas náuticas e em águas com pelo menos 200 metros de profundidade, com a proibição da descarga de Água de Lastro nas Áreas Ecologicamente Sensíveis e em Unidades de Conservação da Natureza (UC).

Apesar de sua grande importância, o gerenciamento da água de lastro nestes moldes não reflete a eficiência cabal da operação, pois alguns organismos mais tolerantes as alterações das concentrações salinas podem permanecer nos tanques dos navios e que serão descartados nas áreas de carregamento e descarregamento na costa brasileira, podendo ser fonte de contaminação local.

### **3. METODOLOGIA**

Executou-se uma revisão dos procedimentos atualmente adotados para o programa de gerenciamento da água de lastro, realizado atualmente nos Portos do Paraná. Esse programa foi condicionado pelas licenças ambientais emitidas aos Portos do Paraná, e que foi elaborado e apresentado no Plano Básico Ambiental (PBA) e atualmente encontra-se em execução.

Foram realizadas análises descritivas dos dados obtidos a partir das verificações dos navios durante a execução dos programas entre os anos de 2016 e 2018. Essas verificações consistiram em dois procedimentos básicos: 1) mensuração da salinidade, a partir da coleta de água direto dos reservatórios dos lastros nos navios e medições da concentração salina via refratômetro; 2) verificações nas fichas de controle de troca de água de lastro (documento padronizado e obrigatório conforme Normam nº 20/2005).

Adicionalmente foi realizada uma revisão nos dados de ocorrência de espécies exóticas invasoras, a partir dos dados obtidos pelo programa de



monitoramento da biota aquática, que igualmente, é um programa executado como condicionante da licença ambiental vigente e possui uma periodicidade de coleta trimestral, conforme definido e apresentado no PBA.

Foram realizadas buscas bibliográficas de metodologias atualmente adotadas (TAVARES, 2014; PERREIRA, 2011, e GOMES, 2004), e critérios estabelecidos nas normas e procedimentos internacionais e nacionais vigentes (IMO, 2005; DCP, 2014) bem como prospectadas novas tecnologias que possam ser utilizadas para melhorar as práticas adotadas em procedimentos de gestão de água de lastro nos Portos do Paraná (ROMERO-MARTÍNEZ, 2017). Assim, a partir de referências e tecnologias atualmente disponíveis, buscou-se estabelecer uma sequência de atuação, métodos e procedimentos para realização do gerenciamento da água de lastro, com o intuito de efetuar uma verificação objetiva dos resultados lançando mão de métodos estatísticos e de análises para identificação dos organismos pode auxiliar na efetividade e procedimentos do programa de gerenciamento de água de lastro, cujo principal objetivo é impedir o estabelecimento de espécies exóticas na região.

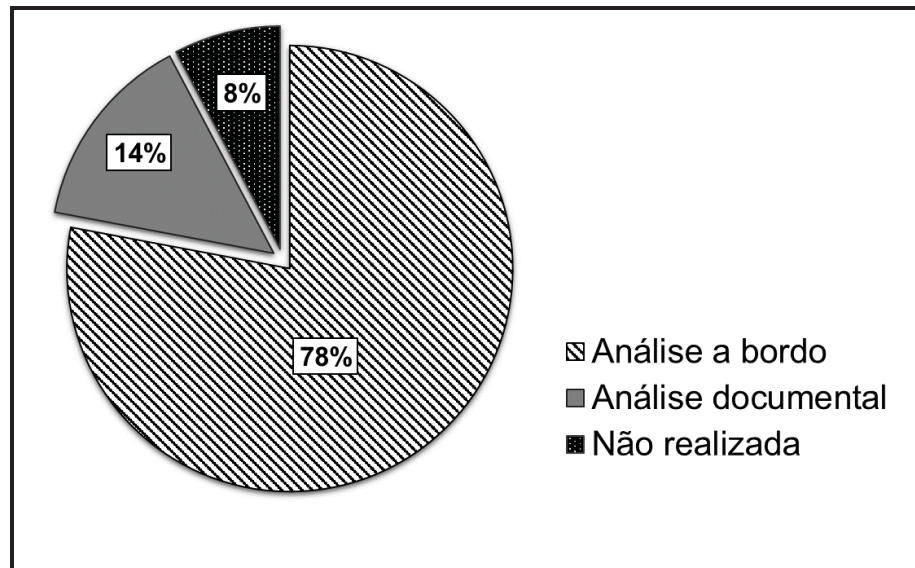
Os critérios adotados têm como premissa retirar as subjetividades das ações do programa, tais como, o número de navios que devem ser inspecionados e a análise laboratorial ou *in situ* das águas de lastro buscando a identificação de espécies exóticas, para a proposição de ações mais adequadas, considerando as questões legais de segurança, saúde e conservação ecossistêmica. Assim, para a determinação do tamanho amostral foi empregada a técnica estatística apresentada por Cochran (1985) e como proposta de metodologia alternativa para avaliação de organismos exóticos em água de lastro seguiu-se a proposta de Romero-Martínez et al., 2017.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No âmbito do programa de gerenciamento da água de lastro realizado no período de 2016 a 2018, foram observados 3.312 navios e deste total foram realizadas 2.582 inspeções (77,96%) a bordo, 474 análises de documentos (14,31%) e 256 verificações não foram realizadas (7,73%), conforme representa graficamente (gráfico 1). Destas não verificações, 58% dos navios eram provenientes do Brasil, os demais por motivos justificados não realizam as trocas de lastro em alto mar. Dos

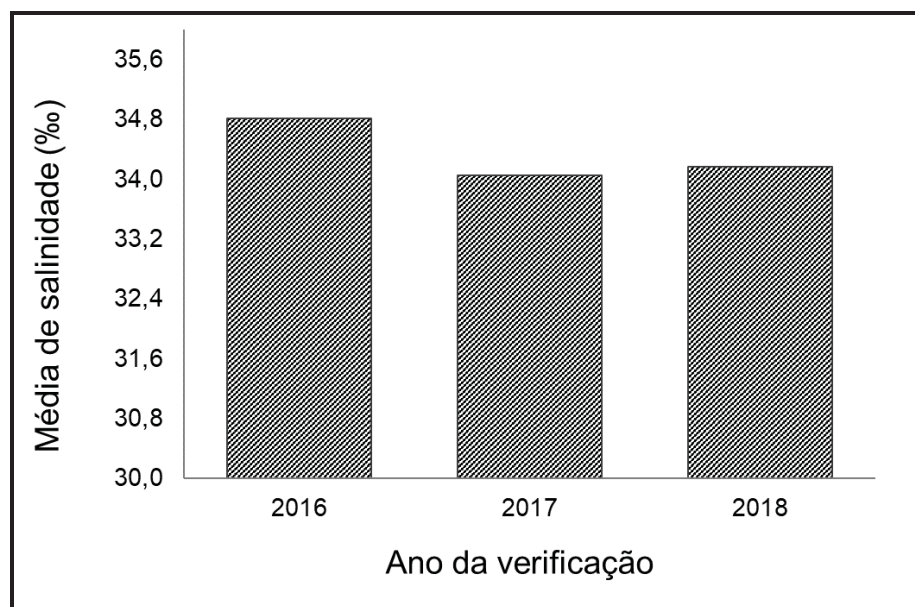
navios inspecionados a bordo, foram realizadas 909 medições de salinidade, sendo 292 em 2016, 356 em 2017 e 261 em 2018. As médias das medidas de salinidades ficaram dentro do esperado para as trocas oceânicas com pouca variação, entre 34,1‰ e 34,8‰ ( $\pm 0,3‰$ ) (GRAFICO 2).

**GRÁFICO 1 – PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO NOS NAVIOS ATRACADOS.**



FONTE: Florêncio (2019).

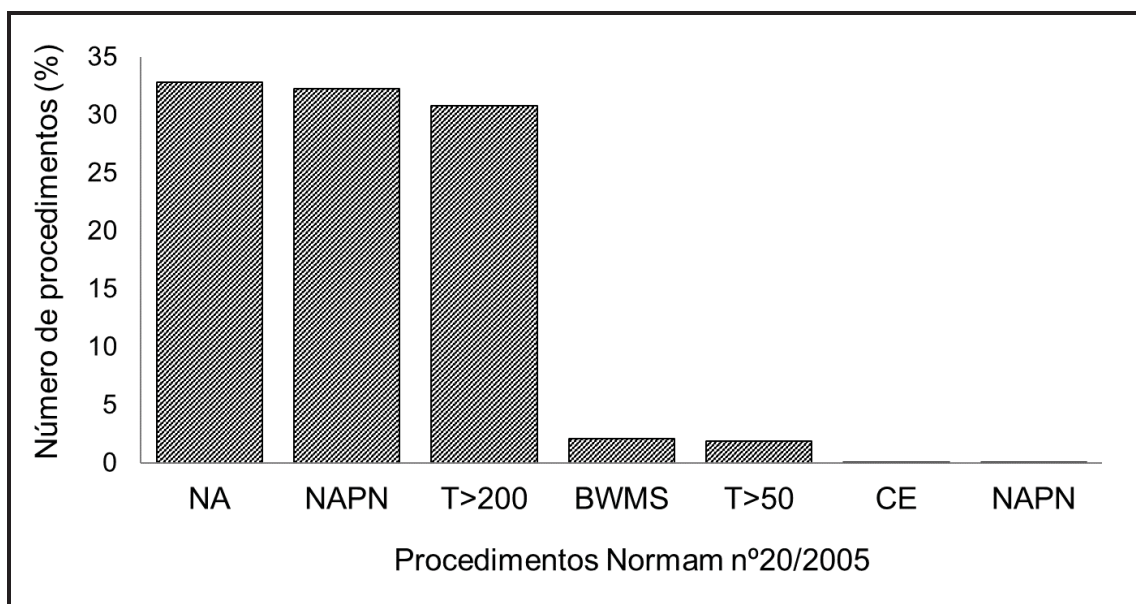
**GRÁFICO 2 – MÉDIA DA SALINIDADE MEDIDA.**



FONTE: Florêncio (2019).

Em relação ao atendimento à Normam nº 20/2005, de 3.312 navios, 1.152 (34,8%) seguiram o regulamento e realizaram as trocas, destes 70 navios possuem sistema de tratamento da água de lastro. Todavia, 2.160 (65,2%) navios não realizam as trocas por motivos diferenciados (dos 2.160, 32,3 % são provenientes do Brasil, 32,8% não precisaram realizar a troca para o carregamento, e 0,1% não realizaram a troca por condições justificadas) (grafico 3).

GRAFICO 3 – PORCENTAGENS DOS CUMPRIMENTOS DAS NORMAS ESTABELECIDAS PELAS NORMAM Nº 20/2005. NA) NÃO APLICÁVEL; NAPN) NÃO APLICÁVEL/PORTOS NACIONAIS; T>200) ROCA À 200 MILHAS > 200 METROS DE PROFUNDIDADE; T>50) TROCA À 50 MILHAS > 200 METROS DE PROFUNDIDADE; CE) CASO ESPECÍFICO; NCN) NÃO CUMPRIMENTO DA NORMAM Nº20/2005/CONDIÇÃO CLIMÁTICAS;



FONTE: Florêncio (2019).

Dada a grande quantidade de navios que atracam nos portos do Paraná, a abordagem a todos os navios se torna uma tarefa inviável ao longo do tempo, em função de uma condição logística, porém, o acesso à documentação de registro de troca da água de lastro é de fundamental importância para a verificação dos procedimentos estabelecidos. De acordo com os resultados obtidos, os procedimentos estão sendo atendidos e que o programa de monitoramento é uma importante ferramenta da obtenção dos dados.

Em relação às espécies bioinvasoras, a partir dos dados obtidos pelo programa de monitoramento da biota aquática foram identificadas oito espécies

exóticas na comunidade bentônica de substrato consolidado e uma espécie da comunidade zooplanctônica, em 23 campanhas amostrais. Contudo, a maioria das espécies registradas no estudo já estão presentes há muitos anos no complexo estuarino de Paranaguá, outras, no entanto, apresentam registros relativamente recentes mostrando o fluxo de colonização na região.

QUADRO 1 – EXEMPLOS DE ESPÉCIES EXÓTICAS COM OCORRÊNCIA NA BAIJA DE PARANAGUÁ.

<p>Craca (<i>Amphibalanus reticulatus</i>)</p>	<p>Considerada nativa do Japão (ZVYAGINTSEV, 2003), é encontrada em latitudes tropicais em todo o mundo, sendo seu primeiro registro no Brasil em Pernambuco no ano 1990, seguido da Bahia em 1992 (FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, 1990; YOUNG, 1998) e em 1996 no Rio de Janeiro (SILVA, 1998). A primeira ocorrência registrada no sul do Brasil foi no Município de Paranaguá, em 2004 (NEVES; ROCHA, 2008). É uma espécie competidora com alta capacidade de dispersão e colonização, com potencial para suprimir suas espécies competidoras, tal como a espécie nativa <i>Fistulobalanus citerosum</i> (RIGO, 2011).</p>
<p>Mexilhão (<i>Perna perna</i>)</p>	<p>Foi introduzido acidentalmente no Brasil, entre os séculos XVIII e XIX, pelos navios negreiros, incrustados nos cascos. É um dos maiores mexilhões, atingindo 170 mm de comprimento. Muito utilizado na alimentação humana e cultivado industrialmente “mitilicultura”. Foi introduzido também no Caribe, no Golfo do México, na Venezuela e no Mar Mediterrâneo (LEÃO et al., 2011; INSTITUTO HÓRUS, 2009; SOUZA et al., 2004). Seus efeitos são difíceis de dimensionar dado o tempo decorrido de sua introdução e a escassez de estudos nesse período. Todavia, é uma espécie estabelecida e já incorporada no litoral brasileiro, especialmente na região sul e sudeste (CARON JR. et al., 2019). Apesar do seu valor</p>

	<p>comercial, essa espécie pode incrustar cascos de navios e plataformas em regiões portuárias, gerando aumento nos custos de manutenção das infraestruturas portuárias.</p>
<p>Ostra (<i>Saccostrea cucullata</i>)</p>	<p>Um dos pontos mais importantes relacionado ao registro <i>S. cucullata</i> é a novidade em relação a sua ocorrência no complexo estuarino de Paranaguá. A espécie ainda não tinha sido registrada no litoral do paranaense, sendo os primeiros registros realizados no âmbito do programa de monitoramento da biota aquática, que só puderam ser confirmados taxonomicamente ao final de 2018. Apesar de sua baixa representatividade, sua capacidade de fixação em vários ambientes e sua flexibilidade em coexistir com outras espécies nativas, podem ser preocupantes no decorrer do tempo, podendo gerar efeitos deletérios e nocivos à comunidade original.</p>
<p>Copépode (<i>Temora turbinata</i>)</p>	<p>É uma espécie do zooplâncton e teve seu primeiro registro no Brasil no estuário do Rio Vaza-Barris, em Sergipe, na década de 1990. Pode ter chegado ao Brasil via água de lastro originária da costa oeste do pacífico, dada sua alta frequência durante o monitoramento esta espécie oferece um risco de impacto negativo a outra espécie congênere com ocorrência natural no CEP a <i>Temora stylifera</i>, podendo causar a redução por competição (LEÃO et al., 2011).</p>

FONTE: Florêncio (2019).

## 5. PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA O GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO

A partir das informações levantadas observam-se dois pontos importantes: o primeiro é que o atendimento aos procedimentos da Normam nº 20/2005, não dá garantias da eficiência da troca da água de lastro e que, apesar de uma redução do

risco potencial de contaminação ainda podem conter organismos exóticos; o segundo aspecto é que dados históricos e dados obtidos na execução do programa de monitoramento da biota aquática demonstram a ocorrência de espécies exóticas para Complexo Estuarino de Paranaguá, indicando a contaminação realizada pelo transporte marítimo na região (principalmente antes das normas e procedimentos implementados).

Apesar de estabelecer que todos os navios devam fazer as trocas de água de lastro, excetuando-se alguns casos específicos da Normam, estas não estabelecem critérios quantitativos, no que se refere às abordagens dos navios para a verificação *in loco* das trocas das águas de lastro.

Assim, visando um ajuste à execução do programa de gerenciamento da água de lastro, sugere-se os seguintes procedimentos e padronizações nos atendimentos:

1. Realizar um sorteio semiestruturado por bloco, considerando a origem das embarcações, proporcional ao número de navios atendidos pelo porto (ex. Ásia, África, Europa etc.);
2. Realizar as verificações da água de lastro a bordo dos navios por amostragem, de forma que esta seja representativa, aplicando-se a equação proposta por Cochran (1985), detalhada a seguir:

$$n = \frac{\frac{z_{\alpha}^2 \cdot P \cdot (1 - P)}{\epsilon^2}}{1 + \frac{1}{N} \cdot \left( \frac{z_{\alpha}^2 \cdot P \cdot (1 - P)}{\epsilon^2} - 1 \right)}$$

Onde:

**n**: tamanho da amostra

**Z $\alpha$** : valor da estatística z, nível de confiança alfa

**P**: prevalência (valor percentual)

**N**: tamanho da população

**$\epsilon$** : valor do erro admissível

3. Realizar as medições de concentração salina dos navios amostrados, utilizando o refratômetro e/ou densímetro, para a comprovação dos cumprimentos da Normam nº 20/2005;
4. Nos navios abordados, realizar uma coleta aleatória da água do tanque de lastro para verificação da ocorrência de organismos exóticos

presentes. Para tal é possível a utilização de métodos tradicionais de análise laboratorial, bem como o uso de métodos mais modernos, como é o de fluxo contínuo (FlowCAM), utilizado para a detecção imediata de espécies e densidades do fitoplâncton, por exemplo (ROMERO-MARTÍNEZ et al., 2017);

5. Diante dos resultados obtidos pelas análises de água e/ou sedimentos, criar estratégias e apresentar soluções mitigadoras, tais como o tratamento das águas de lastro, a fim de evitar a contaminação do complexo estuarino.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos grandes avanços no Brasil e no mundo nas últimas décadas, em relação às concepções e as ações no que se refere a preocupação com os organismos bioinvasores, todavia, em grande parte gerada pelas perdas econômicas significativas e danos à saúde pública, ressalta-se que é preciso aprimorar os métodos atualmente aplicados nos Portos do Paraná. Para tal, torna-se necessária a padronização das ações na execução do programa de gerenciamento de lastro, visando uma otimização logística com alocação de recurso e tempo na verificação da eficácia dos procedimentos adotados.

O ajuste na metodologia do programa de gerenciamento de lastro é de suma importância, pois permitirá o uso racional dos recursos adotados (financeiros e humanos), com resultados mais objetivos, além de proposições de soluções exequíveis e mais adequadas ao contexto dos Portos do Paraná. O ganho com a objetividade dos resultados e a representatividade estatística das amostragens, permitirá avanços mais significativos, eficazes e com menor tempo de resposta ao programa. Assim, a medida que o programa de monitoramento se torna mais efetivo, com a apresentação de soluções de controle de espécies exóticas, passa a cumprir seu verdadeiro papel que é buscar reduzir a probabilidade de estabelecimento de organismo não originários da costa

## **REFERÊNCIAS**

BELLAY, S.; ROSA R. R.; BOZZA, A. N.; FERNANDES, S. E. P.; SILVEIRA, M. J. Introdução de espécies em ecossistemas aquáticos: causas, prevenção e medidas



de controle. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR)**. v9n1p181-201, 2016.

CARMO, M. C. **Água de lastro**. Ministério da defesa do exército brasileiro: Secretaria de Ciência e Tecnologia Instituto Militar de Engenharia, 2006.

CARON JR, A. TEDESCO, E. J.; WARENZI, A. W. C.; PROENÇA, L. A. O. **impacto causado pelo *Isognomon bicolor* (Adams, 1845) em cultivos de *Perna perna* (Linnaeus, 1758) no litoral norte de Santa Catarina, Brasil**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/16630096-Impacto-causado-pelo-isognomon-bicolor-c-b-adams-1845-em-cultivos-de-perna-perna-linnaeus-1758-no-litoral-norte-de-santa-catarina-brasil.html>>. Acesso em 18 mar 2019.

COLLYER, W. **Água de lastro, bioinvasão e resposta internacional**. Revista Jurídica, Brasília, DF, v. 9, n. 84, abr./maio, 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/revista/Rev\\_84/artigos/WesleyCollyer\\_rev\\_84.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/revista/Rev_84/artigos/WesleyCollyer_rev_84.htm)>. Acesso em: 29 jun 2019.

COSTELLO C AND MCAUSLAND C. Protectionism, trade, and measures of damage from exotic species introductions. **Am J Agric Econ**, 84: 964–75, 2003.

FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C. M. R. **Ocorrência de *Chyrona (Striatobalanus) amaryllis* Darwin, 1854 e de *Balanus reticulatus* Utinomi, 1967 (Cirripedia, Balanomorpha) no Estado de Pernambuco**. Em: Resumos do XVII Congresso Brasileiro de Zoologia, p: 7, 1990.

GOMES, A. P. A. **Água de Lastro**. Diretoria de Portos e Costas. 2004.

GROOMBRIDGE, B. (Editor). **Global Biodiversity: Status of the Earth's living Resources**. 1992.

INSTITUTO HÓRUS – Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental/The Nature Conservancy. **Base de Dados sobre Espécies Exóticas Invasoras em I3N-Brasil**. Acesso em: dezembro de 2009 - <http://www.institutohorus.org.br>, 2009.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). 1998. Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. **Resolução A. 868(20)-IMO**.1998.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Ballast Water Management Convention**. IMO, 2005.

KESSELRING, A. B.. A introdução de espécies marinhas exóticas em águas brasileiras pela descarga da água de lastro de navios. **Revista de Direito Ambiental**. ano 12. vol. 45. São Paulo: RT, 2007. p. 11-34.

LEAL-NETO, A. C. **Identificando similaridades: uma aplicação para a avaliação de risco de água de lastro**. Tese (Doutorado) apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro em Ciências em Planejamento Energético. 2007.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM M. S.; ZOLLER, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Recife: Capan, 2011.

LOPES, R. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. 2009.

MARINHA DO BRASIL - DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS – DPC. **Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios – NORMAM/20 (1ª Revisão)**, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) MARINE BOARD. **Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water**. Committee on Ships' Ballast Operations, Marine Board, Commission on Engineering and Technical Systems, NRC. National Academy Press, Washington, D.C. 1996.

NEVES, C. S.; ROCHA, R. M. Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá Bay, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 51: 623—633, 2008.

COCHRAN, W. **Sampling Techniques**. 2nd ed., Boston: John Wiley & Sons, 1985

PERREIRA; N. N. **Água de lastro: Gestão e controle**. São Paulo: Blucher, 236 p. 2018.

RIGO, A. P. R. **Crescimento inicial e biologia reprodutiva do cirripédio introduzido *Amphibalanus reticulatus* e do nativo *Fistulobalanus citerosum* na Baía de Paranaguá (PR)**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná, 40 p, 2011.

ROMERO-MARTÍNEZ L, VAN SLOOTEN C, NEBOT E, ACEVEDO-MERINO A, PEPERZAK L. Assessment of imaging-in-flow system (FlowCAM) for systematic ballast water management. **Sci. Total Environ**. 603:550-561, 2017;

SANTOS, J. G. A. S.; LAMONICA, M. N. **Água de lastro e bioinvasão: introdução de espécies exóticas associada ao processo de mundialização**. **Vértices**, v. 10,p. 141-152n. 1, 2008.

SILVA, T. A. **Efeitos da eutrofização sobre as comunidades incrustantes em Angra dos Reis**. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 86 p, 1998.

SILVIA, C. E. R; REISER, N. S. Considerações sobre a água de lastro no Brasil. **Revista Filosofia do Direito e Intersubjetividade**.v.4, n.1 -2014.

SLINGENBERG, A.; BRAAT, L.; WINDT, H.; RADEMAEKERS, K.; EICHLER, L.; TURNER, K. **Study on understanding the causes of biodiversity loss and the**

**policy assessment framework.** European Commission Directorate-General for Environment. 2009.

SOUZA, R. C. C. D.; FERNANDES, F. D. C.; SILVA, E. P. D. Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: um caso recente de bioinvasão. In: J. S. V. D. Silva; R. C. C. D. Souza (Eds.) **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SOUZA, R. C. C. L.; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

TAVARES; D. S. **Biodiversidade e bioinvasão por bioincrustação: aspectos legais**. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós Graduação em Direito Ambiental. Universidade Federal do Paraná. 102 p, 2014.

YOUNG, P. S. Maxillopoda. Thecostraca. In: P.S. Young (Editor), **Catalogue for Crustacea from Brazil**. Museu Nacional (Série livros 7): Rio de Janeiro, 263–285pp, 1998.

ZVYAGINTSEV, A. Y. Introduction of species into the Northwestern Sea of Japan and the problem of marine fouling. **Russian Journal of Marine Biology**. 29(1): 10–21, 2003.