Monã Consultoria Ambiental

MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁGUA DE LASTRO E SEDIMENTOS DE NAVIOS NO PORTO DE FORTALEZA-CE

RELATÓRIO PARCIAL

DEZ/2020

Golden Office Corporate
SGAN 915 Módulo G Bloco C Sala 102
Asa Norte - Brasília/DF

+55 61 3328-5331

COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ – CDC

Diretora Presidente

Mayahara Monteiro Pereira Chaves

COORDENAÇÃO TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO DA CDC

Dr. Raimundo José de Oliveira

Biólogo Saulo Furtado Nogueira

MONÃ CONSULTORIA AMBIENTAL - MCA

Preposta Responsável

Edilene Betânia da C. C. Brito

Gestor do Contrato

Alex Valori

Equipe Técnica

Wilker Melchiades Alvarenga

Kiev Martins

Evanimek Bernardo Sabino da Silva

Jordana Adorno Furtado

Pablo Rubim

Marcella Amaral

Daniel Santos da Silva

Marilia Cardoso Pereira

OLIVEIRA, R. J. BRITO, E. B. C. C. NOGUEIRA, S. F. MARTINS, K. **Monitoramento de água de lastro e sedimentos de navios no porto de Fortaleza.** Relatório da 1ª. Campanha Monã Consultoria Ambiental. Fortaleza – Ceará, 2020.

.

1ª coleta de água de latro – Novembro de 2020.
2ª coleta de água de lastro - Dezembro de 2020.

1. Monitoramento Ambiental. 2. Área Portuária. 3. Água de lastro I. Título.

A empresa **Monã Consultoria Ambiental – MCA** apresenta no presente relatório "A avaliação físico-química e biológica da água de lastro e sedimentos de navios no Porto de Fortaleza".

O escopo do trabalho inclui: metodologias, tecnologias, especificações e técnicas. Quando necessário serão utilizados figuras, gráficos, diagramas, fórmulas e modelos.

Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a MCA.

MCA, 2020. Programa de Monitoramento da Água de lastro e Sedimentos. Relatório Técnico, Revisão 00.

38pp+6 Anexos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Navios atracados no Porto de Fortaleza (Ceará-Brasil) 11

Figura 2 – Navio *CMA CGM MARSEILLE* utilizado para coleta da água de lastro em novembro /20201 12

Figura 3 – Navio *NIHAT M* utilizado para coleta da água de lastro em dezembro/2020 13

Figura 4 - Equipamento utilizado durante as coletas da 1ª e 2ª campanha 14

Figura 5 - Material coletado para análise físico-química biológica para a 1ª campanha (Nov/2020) 15

Figura 6 - Material coletado para análise biológica para a 2ª campanha (Dez/2020) 16

Figura 7 – Amostras biológicas coletados para análise em laboratório na 1ª campanha (Nov/2020) 16

Figura 8 - Amostras biológicas coletados para análise em laboratório na 2ª campanha (Dez/2020) 17

Figura 9 – Análise das comunidades planctônicas em microscópio Invertido 17

Figura 10 - Microscópio óptico biológico usado para as análises de zooplâncton e câmara de contagem modelo Sedgewick-Rafter milimetrada 25

Figura 11 - Organismos zooplanctônicos provenientes das amostras de água de lastro A) Copepodito calanoide – Arthropoda, Copepoda; B) Larva de bivalve – Mollusca, Bivalvia; C -D e E) Foraminifera e F) Larva de gastrópoda – Mollusca, Gastropoda. 26

Figura 12 - Equipamentos usados para análises das amostras de ictioplâncton: microscópio estereoscópio e câmara de Bogorov 27

Figura 13 - Amostra de água de lastro do navio CMA CGM MARSEILLE 28

Figura 14 - Amostra de água de lastro do navio Nihat M 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Troca Oceânica..... 10

Tabela 2 - Classificação do Índice de Shannon..... 19

Tabela 3 – Tabela do teste ANOVA..... 22

Tabela 4 -Resultados dos parâmetros físico-quimicos da água de lastro coletada nos navios do Porto de Fortaleza..... 23

Tabela 5 - Densidades e abundância relativas dos organismos zooplanctônicos oriundos das amostras de água de lastro coletas nos meses de novembro e dezembro de 2020..... 26

Tabela 6 - Relação dos navios selecionados..... 27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 PROCEDIMENTOS 12
2.1 MALHA AMOSTRAL DO MONITORAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO 12
2.1.1 Embarcações analisadas 12
2.2 METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM 15
2.2.1 Coleta da Água de Lastro 15
2.2.1.1 Fitoplâncton e Zooplâncton 17
2.2.1.2 Ictioplâncton 20
2.2.1.3 Macrofauna Bentônica 21
3 RESULTADOS 22
3.1 MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS 22
3.1.1 Parâmetros Físico-químicos 22
3.1.2 Parâmetros Biológicos 24
3.1.2.1 Fitoplâncton 24
3.1.2.2 Zooplâncton 25
3.1.2.3 Ictioplâncton 27
3.1.2.4 Comunidade Bentônica 27
3.1.2.5 Considerações Finais 28
REFERÊNCIAS 30
EQUIPE TÉCNICA 32
ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE BORDO 33
ANEXO 2 –CHECK LIST DE CAMPO 34
ANEXO 3 – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 35
ANEXO 4 – ART 36
ANEXO 5 - CD-ROM 37
RESPONSABILIDATE TÉCNICA 38

IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATANTE

CONTRATANTE	
Razão Social	**Companhia Docas do Ceará - CDC**
CGC	07.223.670/0001-16
Endereço	PC Amigos da Marinha, SN. Bairro Mucuripe (Fortaleza)- CEP:60.182-640
Telefone/Fax	(85) 3266-8989
Nº Contrato	036/2020
Duração:	Previsão de 12 meses.
RESPONSÁVEL	
DIRPRE	Mayhara Monteiro Pereira Chaves
Telefone/Fax	(85) 3266-8902
E-mail	dirprecdc@gmail.com
CODSMS	Dr.: Raimundo José de Oliveira
Telefone/Fax	(85) 3266-8921 / (85) 98724-2215
E-mail	codsms.docasceara@gmail.com
CODSMS-Biólogo	Saulo Furtado Nogueira
E-mail	saulonogueira1@hotmail.com
Telefone/Fax	(85) 3266-8805

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATADA

EMPRESA CONTRATADA		
Razão Social	**Monã Consultoria Ambiental LTDA**	
CNPJ	07.322.866/0001-68	**CTF:** 1001235
Endereço	SGAN 915 Módulo G Bloco C Sala 102 - Asa Norte - Brasília/DF - CEP 70.790-157	
RESPONSÁVEL		
Nome	Alex Valori	
Telefone/Fax	(61) 3328-5331	
E-mail	valori@mona.eco.br	

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui 8,5 mil quilômetros navegáveis e 34 portos marítimos em operação (CODEBA, 2016), devido a importância desse tipo de transporte os portos são pontos estratégicos para o movimento da economia. Os portos em sua grande maioria localizam-se em áreas ligadas ao mar e com entrada navegável, possuem profundidade adequada a permitir o atracamento de barcos e navios, oferecendo serviços necessários como movimentação de carga bem como o embarque e desembarque de passageiros (OLIVEIRA et al. 2013). Tais características torna essas áreas vulneráveis para a bioinvasão através da água de lastro sendo de grande importância fazer o controle e monitoramento da água de lastro descarregada no litoral nacional. A água de lastro é captada nos portos onde é feito o descarregamento do navio e juntamente com esta água, são carregadas diversas espécies vivas que serão transportados ao porto de destino, causando a bioinvasão (LIMA, 2013).

A bioinvasão acontece quando espécies são levadas, seja involuntária ou propositadamente, de seu habitat natural para outra região. Elas se adaptam e causam desequilíbrio do ecossistema em que se instalam, refletindo de forma negativa na biodiversidade, na saúde pública e na economia regional. Um caso conhecido de bioinvasão por meio aquático no Brasil é o do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), que chegou por meio de embarcações vindas do sul da Ásia para o rio da Prata. A população de mexilhões se alastrou pelo rio Paraná causando problemas ambientais sérios, comprometendo espécies nativas, além de encarecer a manutenção de usinas hidrelétricas como a usina de Itaipu, pela incrustação dos mexilhões nas instalações (DARRIGAN & DAMBORENEA,2005).

A comunidade internacional tem buscado meios para equacionar e gerenciar o manuseio de água de lastro evitando novas bioinvasões. São exemplos o Programa Globallast e a Convenção Internacional sobre o Controle e Gestão de Água de Lastro e Sedimentos de Navios. Para minimizar as chances de bioinvasão por meio da água de lastro, a Organização Marítima Internacional (International Maritime Oganization - IMO) estabeleceu por meio da Resolução A.868 que todo navio que utilizar água como lastro deve ter um plano próprio de “gerenciamento” dessa água, com vistas a minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. Recomenda também que sejam disponibilizadas, nos portos e terminais, instalações

adequadas para recebimento e tratamento da água utilizada como lastro. Além disso, orientou os países membros a seguirem certas diretrizes para controle de epidemias e poluição causadas pelo processo de descarte da água de lastro. Dentre essas diretrizes, destaca-se a de 1993, por meio da qual a IMO estabeleceu que a troca de água de lastro deveria ser realizada a pelo menos 200 milhas náuticas (370 km) da costa, em águas de pelo menos 200 metros de profundidade, trocando-se no mínimo 95% do volume de água de lastro (NORMA 20).

Quando a troca oceânica ocorre da maneira correta, ela é capaz de reduzir significativamente o risco da ocorrência das bioinvasões, uma vez que ela promove a substituição da água de lastro captada em regiões costeiras por água oceânica, cujos parâmetros físico-químicos e biológicos permitem o seu descarte em um novo porto sem que haja risco significativo de bioinvasões. Dessa maneira, as espécies costeiras não conseguiriam sobreviver em ambientes oceânicos e vice-versa. A tabela abaixo apresenta um resumo dos procedimentos para realização da troca oceânica.

Tabela 1 – Troca Oceânica

Etapas	Local	Operação do Navio	Descrição
1	Porto de origem	Um navio graneleiro sai do seu porto de origem em direção ao Brasil para ser carregado com minério de ferro. Ele parte sem carga e com os tanques de lastro cheios.	O porto de origem está localizado em um estuário. Junto com a água, diversos organismos estuarinos vão para os tanques de lastro. A água de lastro captada apresenta características como baixa salinidade, alta turbidez e número significativo de organismos.
2	Região oceânica	Antes de ultrapassar o limite de 200 milhas náuticas da costa brasileira, em um local com no mínimo 200 metros de profundidade, o navio promove a troca volumétrica da água de lastro por três vezes, atingindo uma eficiência de 95% na troca.	A água e os organismos provenientes do porto de origem são substituídos por água e organismos oceânicos. Os organismos do porto não conseguem sobreviver na região oceânica. A água oceânica apresenta maior salinidade, baixa turbidez e pequena quantidade de organismos.
3	Porto de destino	Ao chegar no porto de destino, o navio descarta a água de lastro e preenche seus porões com minério de ferro. Depois de totalmente carregado, o navio parte de volta para o porto de origem.	Os organismos descartados no porto de destino dificilmente vão sobreviver às novas condições ambientais.

Fonte: Antaq, 2020.

O Estado do Ceará, localizado na região nordeste entre as latitudes 02° S e 07° S e a longitudes 037° W e 041°W é caracterizado por uma faixa de litoral de cerca

573km, caracterizada por uma morfologia bem diferenciada entre a parte Leste e a parte Oeste, onde o divisor geográfico é localizado na cidade de Fortaleza, a Capital do Estado; o litoral oeste apresenta uma planície rasa e caracterizada pela presença de dunas e vastas áreas de mangues, enquanto a parte leste apresenta uma costa mais rochosa caracterizada por um extenso tabuleiro costeiro que chega até a linha de costa com falésias e paleofalésias.

O Porto do Mucuripe está situado em Fortaleza, a cidade nordestina com a maior área de influência regional, sendo importante centro industrial e comercial do Brasil (IBGE, 2017). Este foi projetado para atracação de navios e nas operações de desembarque/embarque de mercadorias e passageiros (Docas do Ceará). O porto permite a movimentação dos diferentes tipos de carga: granéis sólidos, como grãos e cereais, granéis líquidos, como derivados de petróleo, carga geral solta e conteinerizada, além do fluxo de navios de passageiros. Possui um cais comercial acostável com 20 m de largura e 1.116 m de extensão com 5 berços de atracação, com profundidades que variam de 5 m a 11,5 m. A Companhia Docas do Ceará é a autoridade portuária no Porto de Fortaleza (OLIVEIRA et al. 2013).

O presente relatório relata as atividades desenvolvidas durante a 1ª campanha do Monitoramento de água de lastro e sedimentos de navios no porto de Fortaleza/CE (Figura 1), o qual contempla os a avaliação fisíco-quimicos e biológica das amostras coletadas.

Figura 1 – Navios atracados no Porto de Fortaleza (Ceará-Brasil)

Fonte: CDC, 2020.

2 PROCEDIMENTOS

2.1 MALHA AMOSTRAL DO MONITORAMENTO DE ÁGUA DE LASTRO

2.1.1 Embarcações analisadas

De acordo com o Termo de Referência, para que o monitoramento seja realizado deverá ser coletado água de lastro de 1 navio por mês, dentre os navios considerados de maior risco, será escolhido 01 (um) por mês para a coleta de amostra de água e sedimento do tanque de lastro para análise da salinidade e espécies invasores presentes neste ecossistema, de forma que seja verificado os cumprimentos da Normam 20/DPC, 2014.

A primeira coleta ocorreu no dia 12 de novembro de 2020, a mostragem foi realizada no navio de carga geral *CMA CGM MARSEILLE* (n° IMO 9709207*),* fabricado em 2015, de bandeira da França a embarcação possuía 190 m de comprimento, 30,0 m de largura e 35,0 m de altura, continha 27 tanques de lastro com capacidade para 25.000,00 m^3 (Figura 2).

Figura 2 – Navio *CMA CGM MARSEILLE* utilizado para coleta da água de lastro em novembro /20201

O navio *CMA CGM MARSEILLE* esteve em alguns portos internacionais ao longo do percurso como o porto VIGO - ESVGO na Espanha, porto DUNKIRK - FRDKK na França, ROTTERDAM - NLRTM na Holanda, LE HAVRE na França, Philipsburg – ANPHI na Ilha de São Martinho, PORT OS SPAIN - TIPOS na Espanha e DEGRAD DES CANNES – GFDDC na Guiana. O porto de estadia atual é o Porto

de Fortaleza (Ceará) onde a embarcação deu entrada no dia 11/11/2020, o último porto de escala foi BRVDC-Vila do Conde (Pará - Brasil) e o próximo será o Porto de Natal (Rio Grande do Norte – Brasil).

Foram utilizados 14.500,00 m^3 dos 25.000,00 m^3 de capacidade de lastro, atendendo as recomendações da Resolução IMO A.868. Segundo as informações fornecidas sobre a embarcação eles possuem Plano de Gerenciamento a Bordo e Plano Implementado, não houve troca da água de lastro.

A segunda embarcação analisada foi no dia 05 de dezembro de 2020 (2ª coleta) onde obteve-se o acesso ao navio graneleiro *NIHAT M* (n° IMO 9185815*),* fabricado em 1998, de bandeira do Panamá a embarcação possuía 177 m de comprimento, 28,40 m de largura e 41,62 m de altura, continha 12 tanques de lastro com capacidade para 11.852,02 m^3 (Figura 3).

Figura 3 – Navio *NIHAT M* utilizado para coleta da água de lastro em dezembro/2020

O navio *NIHAT M* saiu do porto de SGSIN- SINGAPURA, em Cingapura, no dia 08/08/2020 e esteve em alguns portos internacionais ao longo do percurso como o porto CNZJG-ZHANGJIAGANG na China, porto LA REUNION na França, ZAPLZ-PORT ELIZABETH na África do Sul, UYNVP – NUEVA PALMIRA no Uruguai e CMDLA- DOUALLA em Camarões. No dia 04/12/2020 deu entrada no porto de Fortaleza – Ceará. O porto de estadia atual é o Porto de Fortaleza (Ceará) o último porto de escala foi CMDLA- DOUALLA (Camarões) e o próximo será BRVDC-Vila do Conde (Pará - Brasil).

Foram utilizados 120,00 m^3 dos 11.852,02 m^3 de capacidade de lastro, atendendo as recomendações da Resolução IMO A.868. Segundo as informações fornecidas sobre a embarcação eles possuem Plano de Gerenciamento a Bordo e Plano Implementado, não houve troca da água de lastro na atracação e por isso não foram realizadas ações de controle.

Foi realizada a verificação do plano de gerenciamento de água de lastro do navio, diário de bordo do navio e formulários sobre água de lastro (Anexo A/Anexo B, NORMAM 20) preenchidos pelos navios atracados no Porto de Fortaleza.

Durante as coletas nos navios foram realizados registros fotográficos e sua confirmação foi realizada com o auxílio dos GPSmap Garmin 64s. Os parâmetros físico-quimicos da água foram mensurados *in situ*, simultaneamente a amostragem das comunidades, com o auxílio de uma sonda multiparâmetro Horiba U-50, obtendo dados de temperatura, salinidade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade (Figura 4).

Figura 4 - Equipamento utilizado durante as coletas da 1ª e 2ª campanha

Vale destacar que devido o atual cenário de contágio pelo vírus COVID-19, o integrante da empresa contratante não pode entrar no interior dos navios, cabendo ao comandante e sua tripulação realizar a coleta das amostras necessárias.

2.2 METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM

2.2.1 Coleta da Água de Lastro

Para coleta da água nos tanques de lastro foi utilizado o próprio frasco de polietileno (5L) e acondicionados em uma caixa térmica. As amostras de águas compreendem material para análise de fitoplâncton, zooplâncton, Ictioplâncton e comunidade bentônica (sedimentos). A coleta de sedimentos ocorreu no laboratório após coletado o material que foi devidamente armazenado e assim como os demais fixados com formalina e seguindo o TR (Figura 5).

Figura 5 - Material coletado para análise físico-química biológica para a 1ª campanha (Nov/2020)

Figura 6 - Material coletado para análise biológica para a 2ª campanha (Dez/2020)

Figura 7 – Amostras biológicas coletados para análise em laboratório na 1ª campanha (Nov/2020)

Figura 8 - Amostras biológicas coletados para análise em laboratório na 2ª campanha (Dez/2020)

2.2.1.1 Fitoplâncton e Zooplâncton

No laboratório, a análise qualitativa das amostras foi realizada com auxílio de microscópio binocular e a quantitativa por meio de um microscópio invertido *Zeiss* (Figura 9) através do método de sedimentação com Câmaras de Utermöhl (1958), vol. 10 ml - APHA (1998).

O método empregado na identificação dos organismos da comunidade zooplanctônica contou com o auxílio de uma Câmara de Sedgwick-Rafter. Os resultados obtidos nas amostras de cada estação foram apresentados na forma de média desses valores.

Figura 9 – Análise das comunidades planctônicas em microscópio Invertido

Para os organismos do fitoplâncton e do zooplâncton foram calculadas as frequências de ocorrência a partir da relação entre o número de vezes que o táxon apareceu nas amostras coletadas e o número total de amostras (MATTEUCCI & COLMA, 1982).

$$F = \frac{p}{P} \times 100$$

Onde:

F = Frequência de ocorrência (%)

p = número de amostras contendo o táxon de interesse

P = número total de amostras

O cálculo da densidade absoluta de organismos fitoplanctônicos foi realizado através de um fator de densidade de células multiplicado pelo número de células contadas, conforme a fórmula:

$$N = \frac{\frac{A}{a}}{V} \times n$$

Onde:

N = densidade absoluta de organismos (cél/mL)

A = área do fundo da cubeta (cm^2)

a = área contada (cm^2)

V = volume sedimentado (mL)

n = número de células contadas

O cálculo da densidade absoluta de organismos zooplanctônicos deu-se pela relação entre o volume filtrado no arrasto e a densidade total de organismos na amostra. Para a obtenção do volume foi utilizada a seguinte fórmula:

$$V = \pi \times r^2 \times d$$

Onde:

V = volume filtrado (L)

r = raio da boca da rede

d = distância percorrida no arrasto

A quantidade total de organismos na amostra foi obtida pela relação entre a média de organismos nas subamostras de 1 mL e o volume total da amostra:

$$n = a \times v$$

Onde:

n = quantidade total de organismos na amostra (org)

a = média de organismos contados nas subamostras (org/mL)

v = volume da amostra (mL)

Desta forma, a densidade absoluta de organismos (org/L) foi obtida através da fórmula:

$$N = n \times V$$

A densidade relativa de cada táxon de fitoplâncton e zooplâncton foi calculada por:

$$Ar = \frac{N \times 100}{Na}$$

Onde:

Ar = abundância ou densidade relativa (%);

N = número de organismos de cada táxon na amostra;

Na = número total de organismos na amostra.

Com estes resultados, gráficos foram construídos no Microsoft Excel 2013. Para uma melhor comparação das amostras entre as estações de monitoramento, foi utilizado o programa PAST (Paleontological Statistics) para calcular os Índices Ecológicos Diversidade de Shannon-Weave (H') (SHANNON & WEAVER, 1964), Dominância de Simpson Dominância (SIMPSON, 1949) e Riqueza de Margalef (MARGALEF, 1958).

O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener foi calculado pela fórmula:

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \times log_{10} \frac{n_i}{N}$$

Onde:

H' = índice de diversidade;

n_i = número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos da amostra.

A classificação do Índice de Shannon é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do Índice de Shannon

Intervalo	Classificação
≥4	Muito alta
3 a 4	Alta
2 a 3	Média
1 a 2	Baixa
< 1	Muito baixa

Fonte: LUDWIG & REYNOLDS (1988).

A dominância de Simpson foi calculada através da seguinte equação:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

Onde:

S = número de espécies

N = número de organismos presentes

n = número de exemplares por espécie

A riqueza de espécie foi calculada através do Índice de Margalef (D), obtido pela fórmula:

$$D = \frac{S - 1}{\log_{10} N}$$

Onde:

D = riqueza de espécies;

S = número de espécies;

N = número total de indivíduos na amostra.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas Statistica 7.0 e Primer 6. Para tais análises, foram utilizados os dados de abundância de ovos, números de indivíduos e abundância de indivíduos.

2.2.1.2 Ictioplâncton

As amostras foram triadas em laboratório com o uso de microscópio estereoscópico sobre placa de Bogorov modificada. As larvas foram quantificadas e identificadas ao menor grupo taxonômico possível (NAKATANI et al., 2001).

As densidades de capturas de larvas foram calculadas e padronizadas para um volume de 100 m³ através da seguinte expressão:

$$Y = \frac{X}{V} \times 100$$

Onde:

Y = Densidade de ovos ou larvas por 100 m³;

X = Número de ovos ou larvas coletadas;

V = Volume de água filtrada (m³).

Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a fórmula:

$$V = a \times d$$

Onde:

V = Volume de água filtrada (m³);

a = Área da boca da rede (m²);

d = distância percorrida no arrasto

A abundância relativa das espécies foi calculada através da equação a seguir:

$$\%Sp_i = \left(\frac{n_i}{N}\right) \times 100$$

Onde:

$\%Sp_i$ = porcentagem da espécie *i*;

n_i = densidade ou número de indivíduos da espécie *i*;

N = densidade ou número total de indivíduos

Para o cálculo da densidade média de ovos e larvas utilizou-se:

$$D = \frac{C}{B}$$

Onde:

D = densidade média de ovos ou larvas

C = Nº total de ovos e/ou larvas coletados;

B = Número de estações ou meses amostrados.

As análises estatísticas foram realizadas pelos seguintes métodos:

ANOVA – Análise de Variância (α= 5%). Usada uma análise unifatorial que permite avaliar a variação espacial da abundância de ovos e larvas isoladamente.

Teste de Tukey – Para comparação das médias.

Correlação de Pearson – Para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e os táxons mais abundantes.

O cálculo dos índices Ecológicos Diversidade de Shannon-Weave (H') (SHANNON & WEAVER, 1964), Dominância de Simpson (SIMPSON, 1949) e Riqueza de Margalef (MARGALEF, 1958) foram os mesmos de fitoplâncton e zooplâncton, descritos no item 2.2.1.1.

2.2.1.3 Macrofauna Bentônica

As análises de dados obtidos das coletas da macrofauna bentônica foram realizadas com a separação e identificação dos organismos, sua Composição Qualitativa, Diversidade e Abundância, Variação da densidade, Frequência de Ocorrência e Variação dos Índices Bióticos. Para isso, foram utilizados os softwares Primer V6 e R e realizado o teste estatístico Anova através dos seguintes índices:

- Índice de riqueza de espécies (S): para nomear o número total de espécies;
- Índice de abundância (N): para nomear a quantidade de organismos encontrados;
- Índice de diversidade (H'): para medir a diversidade de dados categóricos.
- Índice de equabilidade (J'): para determinação do nível de diversidade das espécies.

O teste Anova foi utilizado para comparação de médias de grupos em que se deseja verificar se os diferentes grupos possuem médias populacionais distintas (

Tabela 3). Se o *p*-valor do teste for menor que 0,05, concluímos que existe diferença significativa entre as médias para um nível de significância de 5%.

Tabela 3 – Tabela do teste ANOVA

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	Gl	MQ	F	valor-*p*	F crítico
Entre grupos	SQent	n-1	QM1	QM1/QM2	*p*(F>f)	
Dentro dos grupos	SQden	N-(n-1)	QM2			
Total	SQtot	N-1				

Onde

n = Número de indivíduos de cada espécie, por localidade.

N = Número total de indivíduos

p = Probabilidade

$\overline{y_i}$ = Média de espécies por localidade

$\overline{y}$ = Média geral

SQent= $\sum_i n_i(\overline{y_i} - \overline{y})^2$

SQden=$\sum_j \sum_i n_i\,(y_{ij} - \overline{y_i})^2$

SQtot=SQent + SQden

QM1=SQent/(n-1)

QM2=SQden/(N-(n-1))

f = Valor da tabela Fisher

3 RESULTADOS

3.1 MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os parâmetros de qualidade da água analisados em campo nesta 1ª campanha e 2ª campanha são apresentados na cadeia de custódia ANEXO 1 e no ANEXO 2, o checklist de campo.

3.1.1 Parâmetros Físico-químicos

Os valores dos parâmetros físico-químicos mensurados na água de lastro dos navios estão apresentados na Tabela 4.

Os resultados obtidos durante as duas campanhas realizadas buscam atender os cumprimentos da Normam 20/DPC, 2014. Além disso, a água de lastro deve estar em conformidade com outras legislações em especial brasileiras, como por exemplo a Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 4 -Resultados dos parâmetros físico-quimicos da água de lastro coletada nos navios do Porto de Fortaleza

Parâmetros Analisados	CONAMA 357/05 C1	1ª Campanha Navio CMA CGM MARSEILLE	2ª Campanha Navio NIHAT M
Temp. Ambiente (°C)	ND	30,8	31,0
pH	6,5 a 8,5	7,85	4,16
Turbidez (uT)	VA	1,2	42,4
OD (mg/L)	≥5 (Salobra) ≥6 (Salina)	7,43	8,57
Condutividade (mS/cm)	ND	43.93	0,1618
Salinidade (‰)	**Salobra<30** **Salina≥30**	33,94	0,06

Alguns parâmetros básicos da qualidade da água devem ser mensurados para avaliar a eficácia dos sistemas de tratamento de água de lastro, dentre eles a temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e componentes biológicos da água do mar captada (MESBAHI, 2004; KAZUMI, 2007). Como a variabilidade dessas variavéis é ampla, ainda existem algumas restrições para se definir os padrões-chave de qualidade da água de lastro eficazes para definir métodos genéricos de tratamento, o que requer estudo e validação.

A temperatura ambiente registrada nos dias de coleta foi de 30,8°C no dia 12 de novembro/2020 (1ª campanha) e 05 de dezembro/2020 (2ª campanha), um padrão já esperado para região caracterizado pelo clima quente e úmido (CAMPOS et al., 2003).

Nesta 1ª campanha realizada no tanque de latro do Navio *CMA CGM MARSEILLE*, o pH foi 7,85 caracterizando águas levemente alcalinas, a turbidez apresentou 1,2 uT e as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram em torno de 7,43 mg/L, apresentando águas bem oxigenadas. A condutividade elétrica registrada foi 43.93 mS/cm, e a salinidade 33,94‰.

A 2ª campanha ocorreu no dia 05 de dezembro de 2020 no tanque de lastro do Navio *NIHAT M,* o pH foi considerado ácido registrando 4,16 e a turbidez apresentou concentrações de 42,4 uT. O oxigênio dissolvido obtido foi de 8,57 mg/L, a condutividade registrou valor de 0,1618 mS/cm e a salinidade foi 0,06 ‰.

Conforme a legislação, NORMAM20/DPC a troca da água de lastro captada no porto deve ser trocada em alto mar, região de maior salinidade, dificultando o desenvolvimento des espécies oriundas de outras regiões, e os organismos captados juntamente com a água de lastro oceânica, de maior salinidade, também tem dificuldades para desenvolver-se em águas estuarinas, de menor salinidade, minimizando assim o desenvolvimento de espécies exóticas.

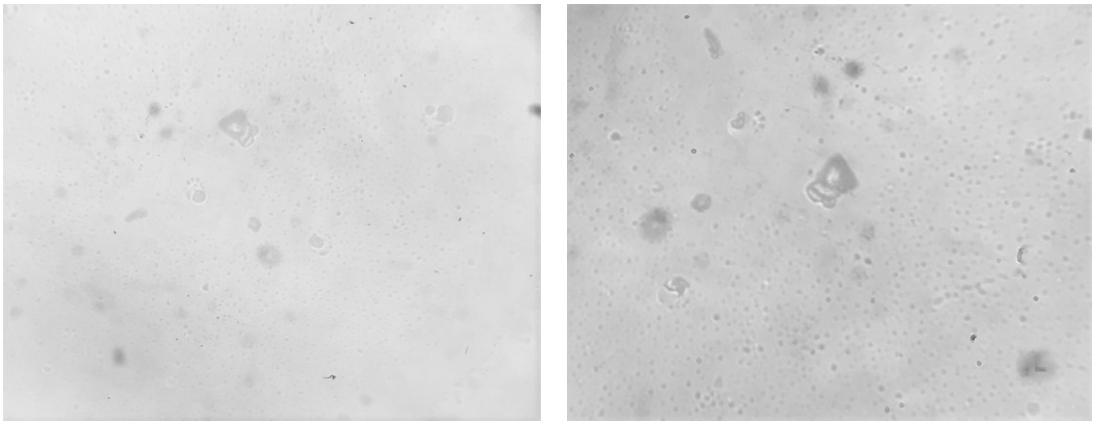
De modo geral, os parâmetros encontram-se em conformidade com as recomendações da NORMAM 20/DPC, 2014 e a legislação Conama n°357/2005 e não apresentam risco algum para a biota aquática localizada na região de influência do Porto de Fortaleza.

3.1.2 Parâmetros Biológicos

3.1.2.1 Fitoplâncton

As amostras de fitoplâncton provenientes de água de lastro dos navios selecionados nos meses de novembro e dezembro foram submetidas ao processo de sedimentação com Câmaras de Utermöhl (10 ml) para concentração de possíveis células fitoplanctônicas. Para esse primeiro relatório parcial, não foram detectadas células fitoplanctônicas nas amostras oriundas dos navios CMA e NIHAT M (05/12/20). A amostra oriunda do navio CGM MARSIELLE (12/11/20) apresentou um aspecto transparente, com ausência de células fitoplanctônicas. Na segunda amostragem, oriunda do navio NIHAT M (05/12/20), a turbidez foi mais elevada, entretanto não houve detecção de fitoplâncton, apenas sedimento e algumas larvas de zooplâncton (ver tópico a seguir), como exemplificado na figura 10.

Figura 10 - Amostra de água de lastro com sedimento e ausência de células fitoplanctônicas (navio NIHAT M - 05/12/20).



3.1.2.2 Zooplâncton

As amostras de zooplâncton provenientes de água de lastro foram analisadas com auxílio de microscópio óptico (instrutherm modelo MBB-200), sob aumento de 100X. Para concentrar os organismos, as amostras foram filtradas em malha de 45 µm e, da amostra concentrada, foram retiradas subamostras de 1 mL as quais foram contadas em uma câmara de Sedgewick-Rafter (Figura 11). Os organismos encontrados foram identificados até a maior resolução taxonômica possível e contados para realizar a estimativa do total de organismos por amostra. Quando a quantidade de organismos nas amostras foi muito baixa, toda a amostra foi contada.

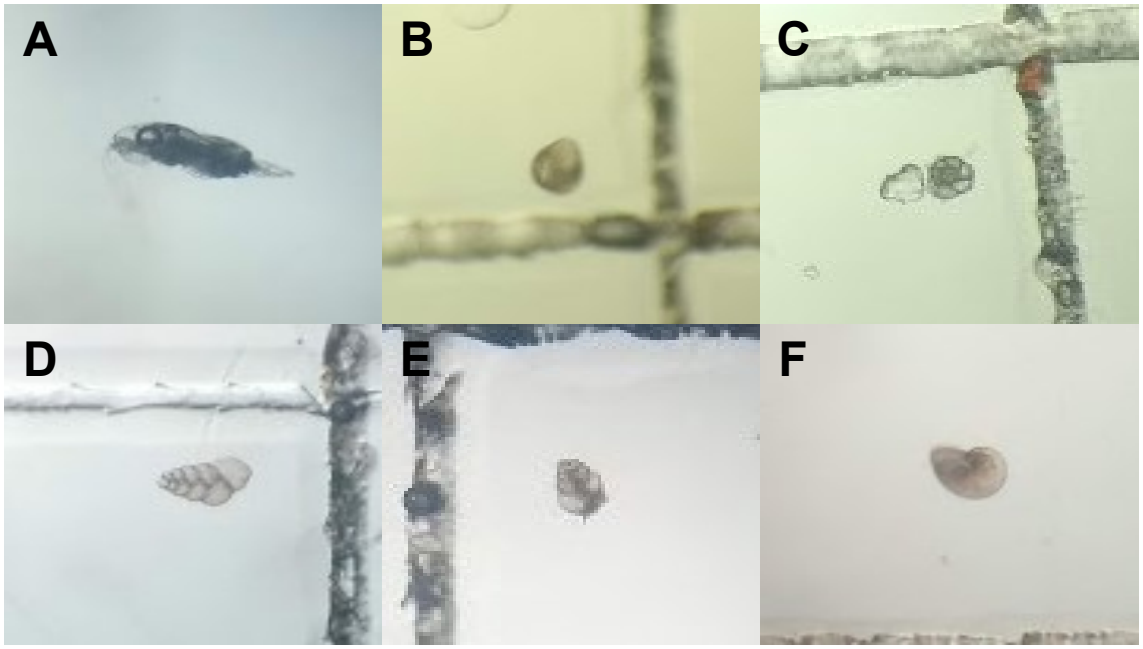
Figura 11 - Microscópio óptico biológico usado para as análises de zooplâncton e câmara de contagem modelo Sedgewick-Rafter milimetrada

As densidades de organismos na água de lastro se mostraram muito reduzidas nas amostras de novembro e dezembro. Três filos estiveram presentes nas amostras analisadas: Foraminifera, Mollusca (classes Bivalvia e Gastropoda) e Arthropoda (subclasse Copepoda). Os organismos do filo Foraminifera foram os mais comuns, correspondendo a 78% e 73% dos organismos observados em novembro e dezembro, respectivamente. A densidade de organismos observada na amostra coletada em novembro de 2020 foi mais alta que a observada na amostra de dezembro de 2020 (Tabela 5) (Figura 12). Não foram identificadas espécies exóticas e/ou invasoras.

Tabela 5 - Densidades e abundância relativas dos organismos zooplanctônicos oriundos das amostras de água de lastro coletas nos meses de novembro e dezembro de 2020

Táxon	nov/20		dez/20	
	Org/L	%	Org/L	%
Foramifera	26	73%	3,5	78%
Gastropoda	-	-	0,5	11%
Bivalvia	9,75	27%	-	-
Copepoda	-	-	0,5	11%
Total	**35,75**	**100%**	**4,5**	**100%**

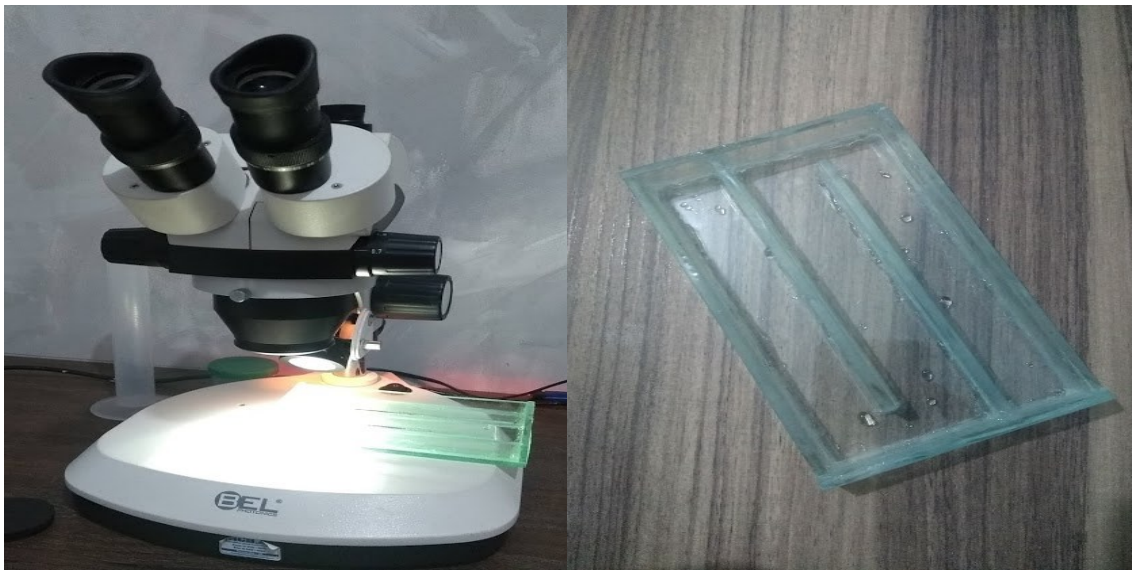
Figura 12 - Organismos zooplanctônicos provenientes das amostras de água de lastro A) Copepodito calanoide – Arthropoda, Copepoda; B) Larva de bivalve – Mollusca, Bivalvia; C - D e E) Foraminifera e F) Larva de gastrópoda – Mollusca, Gastropoda.



3.1.2.3 Ictioplâncton

As amostras de Ictioplâncton foram analisadas com auxílio de um microscópio estereoscópio (Bel Photonics modelo STMPRO) sob aumento de 7x. A triagem e contagem da amostra foi feita em uma câmara de Bogorov modificada (Figura 13). As amostras foram analisadas em sua integralidade, não sendo feitas subamostragens. Nas amostras das duas campanhas, novembro e dezembro de 2020, não foram observados ovos ou larvas de teleósteos.

Figura 13 - Equipamentos usados para análises das amostras de ictioplâncton: microscópio estereoscópio e câmara de Bogorov



3.1.2.4 Comunidade Bentônica

Nesse primeiro relatório parcial, não foram encontrados organismos bentônicos nas amostras provenientes dos navios selecionados nos meses de novembro e dezembro (Tabela 6).

Tabela 6 - Relação dos navios selecionados

Navio	Data	Espécies encontradas
Navio CMA CGM MARSEILLE	12/11/2020	-
Navio NIHAT M	05/12/2020	-

O aspecto geral das amostras pode ser observado nas figuras 14 e 15.

Figura 14 - Amostra de água de lastro do navio CMA CGM MARSEILLE

Figura 15 - Amostra de água de lastro do navio Nihat M

A não existência desses organismos é considerada benéfica para a segurança ambiental do porto e suas adjacências.

3.1.2.5 Considerações Finais

Os resultados obtidos na 1ª (novembro/20) e 2ª campanha (dezembro/20) do Monitoramento de água de lastro e sedimentos de navios no porto de Fortaleza, apresentaram características semelhantes a outros estudos. A água de lastro encontrada nos tanques do navio CMA CGM MARSEILLE (1ª campanha) e navio

NIHAT M (2ª campanha) não representa uma ameaça à vida marinha, a atividade portuária ou a comunidade local.

Destaca-se ainda a importância e necessidade de um monitoramento contínuo da região, visando garantir o equilíbrio e qualidade desse ecossistema aquático bem como da biota ali presente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. Disponível em: http://web.antaq.gov.br/portalv3/MeioAmbiente_AguaDeLastro.asp. Acesso em 15 dez. 2020.

ANA, CETESB. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Brasília. 2011. 326 p.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20ª ed., Washington,, Estados Unidos, 1998.

BRASIL. Ministério da Defesa. Diretoria de Portos e Costas. **NORMAM 20: Gerenciamento de Água de Lastro nos navios**. Disponível em: <https://www.dpc.mar.mil.br/normam/N_20/Introducao.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020

COMPANHIA DE DOCAS DO ESTADO DA BAHIA (CODEBA). **Sistema Portuário Brasileiro.** Disponível em: http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodeba/ptbr/site.php?secao=sistemaportuariobrasileiro. Acesso em 17 nov. 2020.

CAMPOS, A. A. et al. (Coord**.). A zona costeira do Ceará: Diagnostico para a gestão integrada.** Fortaleza: AQUASIS, 2003. 293p.

COMPANHIA DE DOCAS DO CEARÁ (CDC). **Sistema Portuário Brasileiro.** Disponível em : http://www.docasdoceara.com.br/galerias/fotos-aereas-do-porto. Acesso em 10 dez. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Conama. **Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

DARRIGAN, G.; DAMBORENEA, C. A South American bioinvasion case history: *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel. **American Malacologic Bulletin,** La Plata, n. 20, p. 105-112, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=420730. Acesso em 15 dez. 2020.

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

KAZUMI, J. **Ballast Water Treatment Technologies and Their Application for Vessels Entering the Great Lakes via the St. Lawrence Seaway**. University of Miami. 2007.

MESBAHI, E. **Latest results from testing seven different technologies under the EUMARTOB project- Where do we stand now?** In: Matheickal JT, Raaymakers S (eds), Second International Symposium on Ballast Water Treatment. International Maritime Organisation, London, UK, 2004. 210-230 p.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology**. New Yorkh John Wiley, 1988. 337p.

MARGALEF, R. **Information theory in ecology**. Gen. Systems 3, 36-71. 1958.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación. Washingtonh The General Secretarial of The Organization of American States**; 1982.

NAKATANI, K. et al. **Ovos e Larvas de peixe de água doceh desenvolvimento e manual de identificação**. Maringáh EDUEM, 2001.

OLIVEIRA, I. D.; MENEZES, M. O. B.; MAIA, L. P. Diagnóstico dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e fauna sinantrópica nociva no porto de Fortaleza, Estado do Ceará. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.46, n. 2, p.13-26. 2013.

SHANNON C. E.; WEAVER W. **The Mathematical Theory of Communication**. The University of Illinois Press. Urbana. 117 pp. 1964.

SIMPSON E. H. **Measurement of Diversity. Nature**. p.163. 1949.

UTERMÖHL, H. **Vervollkommung der quantitativen phytoplancton-methodik. Zur Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 9, n. 1, p. 1–38, 1958.

EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICO	FORMAÇÃO	RG DE CLASSE	CTF	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Alex Valori	Ciências da Computação	-	6083182	Gestor do Contrato
Wilker Melchiades Alvarenga	Engenharia Ambiental e de Segurança do Trabalho	CREA - ES 19548/D	5043478	Coordenador Geral
Kiev Martins	Biólogo e mestre em Análises Clínicas e Ecotoxicológicas	CRBio 107004/05-D	4930464	Coordenador de meio ambiente; Execução de ensaios ecotoxicológicos; Análises de comunidades bentônicas e Ictiofauna, elaboração do relatório.
Edilene Betânia da C. C. Brito	Geógrafa, Tecnóloga em Gestão Ambiental, Especialista em Química Ambiental e Ecologia Aquática	CRQ 15400414 CREA 0713213027	4337884	Execução de coletas, levantamento limnológico e elaboração do relatório técnico
Evanimek Bernardo Sabino da Silva	Químico	CRQ 028588	6334297	Análises e elaboração do relatório técnico
Jordana Adorno Furtado	Oceanógrafa e mestre em Recursos Aquáticos e Pesca	-	7587843	Elaboração e revisão do relatório técnico
Pablo Rubim	Biólogo e mestre em Bioecologia Aquática	CRBio 107374/05-D	5466297	Análise de comunidades ictioplanctônicas e Zooplâncton
Marcella Amaral	Bióloga e doutora em Ecologia Marinha	CRBio 107.938/05-D	6906701	Análise de comunidades Fitoplânctonicas
Daniel Santos da Silva	Técnico em Química	CRQ 167160	7600309	Assistente de campo
Marília Cardoso Pereira	Bióloga	-	7757933	Assistente de campo

ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE BORDO

ANEXO 2 –CHECK LIST DE CAMPO

ANEXO 3 – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

ANEXO 4 – ART

ANEXO 5 - CD-ROM

RESPONSABILIDATE TÉCNICA

Kiev Martins, brasileiro, biólogo e mestre em análises clínicas e ecotoxicológicas, portador da carteira de identidade profissional 107.004/05-D emitido pelo CRBio da 5º Região, na qualidade de responsável técnico do serviço prestado pela empresa Monã Consultoria Ambiental para a CDC – Companhia Docas do Ceará, no âmbito do contrato 036/2020, cujo objeto é realização de monitoramento ambiental da água de lastro e sedimentos, **assino este relatório parcial sob minha responsabilidade técnica, das amostragens e estudos referente a 1ª e 2ª (primeira e segunda) campanhas deste monitoramento**, realizadas em novembro e dezembro de 2020.

KIEV MARTINS
CRBio 107.004/05-D