



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**LORENA KARINE SANTOS SOUSA**

**EFEITO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM SOBRE A MACROFAUNA  
BÊNICA DO COMPLEXO PORTUÁRIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO**

SÃO LUÍS

2018



LORENA KARINE SANTOS SOUSA

**EFEITO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM SOBRE A MACROFAUNA BÊNICA  
DO COMPLEXO PORTUÁRIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Maria de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim

Linha de pesquisa: Oceanografia Biológica

SÃO LUÍS

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Sousa, Lorena Karine Santos.

Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna  
bêntica do complexo portuário de São Luís, Maranhão /  
Lorena Karine Santos Sousa. - 2018.

81 f.

Orientador(a): Verônica Maria de Oliveira Marco Valério  
Jansen Cutrim.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,  
2018.

1. Complexo portuário. 2. Dragagem. 3. Macrofauna  
bêntica. I. Marco Valério Jansen Cutrim, Verônica Maria  
de Oliveira. II. Título.

LORENA KARINE SANTOS SOUSA

**EFEITO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM SOBRE A MACROFAUNA BÊNICA  
DO COMPLEXO PORTUÁRIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Maria de Oliveira  
Coorientador: Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim

Linha de pesquisa: Oceanografia Biológica

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Verônica Maria de Oliveira (UEMA)  
Orientadora

---

Prof. Dr. Miodeli Nogueira Júnior (UFPB)  
1º Examinador

---

Profa. Dra. Andrea Christina Gomes de Azevedo Cutrim (UEMA)  
2º Examinador

*Dedico este trabalho a Deus, minha família,  
amigos e a todos que contribuíram para o  
desenvolvimento desta pesquisa.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha vida e por ter me ajudado ao longo dessa trajetória.

*“Como é bom render graças ao Senhor e cantar louvores ao teu nome, ó Altíssimo; anunciar de manhã o teu amor leal e de noite a tua fidelidade” (Salmos 92: 1-2).*

Agradeço a minha família por todo apoio e confiança: ao meu pai Saturnino, a minha mãe Lourimar (in memorian), aos meus irmãos Kelma e Bruno, aos meus sobrinhos, e a todos que me apoiaram.

A minha orientadora Verônica Maria de Oliveira, pela confiança, ensinamentos e por ter acreditado que juntas conseguiríamos realizar esta pesquisa. Obrigada por tudo!

Ao meu coorientador Marco Valério Jansen Cutrim pela oportunidade, apoio e suporte para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus colegas de turma do PPGOceano: Alexandre, Augusto, Bethânia, Erllen, Fabio, Helen, Isabela, Jeferson, Khaterine, Lisana, Louise, Mariana, Rayone, Regiane, Ronessa, Saulo, Suelen, Thays, Vinícius e Vívian.

Aos amigos da graduação Allana Tavares, Caroline Bogéa, Cláudio Baltazar, Daniele Borges, Elielma Lima, Etiene Santos, Ingrid Tayane, Iolanda Rocha, Jonatas Castro, Josielma Silva, Lucenilde Freitas, Luciana Belfort, Mercia Melo, Renata Soraya, Suelen Sampaio e Sylvia Catarine.

À Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia pela formação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior- CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Enfim, obrigada a todos!!!

*Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".*

*Josué 1:9*

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das atividades de dragagem sobre a estrutura dos macrobentos do Complexo Portuário de São Luís. As amostragens aconteceram em quatro momentos (pré-dragagem, dragagem 1 com 25% e dragagem 2 com 75% do material dragado e uma após a dragagem), em 8 pontos amostrais, sendo que em cada ponto foram coletados 3 amostras para análise da macrofauna bêntica, metais e granulometria. Foram encontrados 236 organismos, sendo 89 pré-dragagem, 84 dragagem 1, 28 dragagem 2 e 35 pós-dragagem. Portanto, houve uma diminuição do número de organismos à medida que as operações de dragagem transcorreram. Os taxa com maior representatividade foram Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea e Mollusca, destacando dentro do grupo Polychaeta *Lumbrineris* sp. como a mais abundante e presente em todas as campanhas. Os metais manganês e zinco na coluna da água estiveram acima dos limites permitidos pela legislação vigente (Resolução CONAMA 357/2005), enquanto que os metais analisados para o sedimento, arsênio, cobre, cromo, chumbo, níquel e zinco se encontram dentro dos padrões permitidos (Resolução CONAMA 454/2012). A riqueza de Margalef e a diversidade de Shannon-Weaver foram mais elevadas nas campanhas de pré e pós-dragagem, com redução nas campanhas de dragagem 1 e 2. A Análise de Componentes Principais mostrou que a abundância da macrofauna bêntica apresentou correlação com a granulometria e os metais do sedimento. Sendo assim podemos concluir que as dragagens ocasionaram redução da comunidade da macrofauna bêntica, e que apesar da recuperação da fauna, no intervalo entre as campanhas de dragagem e pós-dragagem, este não foi suficiente para restabelecer a comunidade local. No decorrer do desenvolvimento do trabalho também foi descrito uma espécie nova de *Cossura* Webster & Benedict, 1887. Importante para o Maranhão, visto que, a fauna de Polychaeta ainda é pouco conhecida e os estudos taxonômicos são escassos, sendo necessários mais levantamentos da fauna, pois o grupo certamente apresenta uma diversidade muito maior do que a conhecida.

**Palavras-chave:** dragagem; macrofauna bêntica; complexo portuário; taxonomia; espécie nova.

## ABSTRACT

This study evaluated the effect of dredging activities on the structure of the macrobenthic community of the São Luis Port Complex (Maranhão, Brazil). Samplings took place in four moments (pre-dredging, dredging 1 with 25% and dredging 2 with 75% and one after the dredging), in 8 sample stations, and at each point 3 samples were collected for analysis of benthic macrofauna, metals and granulometry. A total of 236 organisms were founding, including 89 pre-dredging, 84 dredging 1, 28 dredging 2 and 35 post-dredging. Therefore, there was a decrease in the number of organisms as dredging operations took place. The most representative taxa were Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea and Mollusca, highlighting within the group Polychaeta *Lumbrineris* sp. as the most abundant and present in all campaigns. The metals manganese and zinc in the water column were above the limits allowed by the current legislation (CONAMA Rule 357/2005) while the metals analyzed for sediment, arsenic, copper, chromium, lead, nickel and zinc meet the standards (Rule CONAMA 454/2012). Margalef richness and Shannon-Weaver diversity were higher in pre and post-dredging campaigns, with reduction in dredging campaigns 1 and 2. Principal Component Analysis showed that the abundance of benthic macrofauna correlated with grain size and the sediment metals. Thus, we can conclude that dredging caused a reduction of the benthic macrofauna community, and that despite the recovery of fauna, between dredging and post-dredging campaigns, this was not enough to restore the local community. During the development of the work a new species of *Cossura* Webster & Benedict, 1887, it was also described. Important for Maranhão, since the Polychaeta fauna is still little known and the taxonomic studies are scarce, and more studies of fauna surveys are needed, since the group must present a much greater diversity than the one known.

**Keywords:** dredging; benthic macrofauna; port complex; taxonomy; new species.

## LISTA DE FIGURAS

### **ARTIGO 1: Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário da costa norte do Brasil**

- Figura 1.** Localização da área de estudo no Complexo Portuário de São Luís, Maranhão, Brasil..... 19
- Figura 2.** Composição granulométrica dos pontos amostrados nas quatro campanhas: (A) Pré-Dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-Dragagem..... 22
- Figura 3.** Concentração de Fe dissolvido nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós dragagem..... 23
- Figura 4.** Concentração de Fe total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem..... 24
- Figura 5.** Concentração de Mn total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem..... 25
- Figura 6.** Concentração de Zn total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem..... 26
- Figura 7.** Concentração de metais e semi-metais nos sedimentos (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem..... 27
- Figura 8.** Variação espacial dos indivíduos entre os pontos amostrados: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2, (D) Pós-dragagem..... 29
- Figura 9.** Índices ecológicos: (A) Índices ecológicos por campanha e (B) Índices ecológicos por pontos amostrais..... 30

<b>Figura 10.</b> Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis entre os pontos amostrados.....	31
<b>Figura 11.</b> Diagrama da Análise de Componentes Principais durante as campanhas de dragagem.....	32
<b>Figura 12.</b> Diagrama da Análise de Correspondência Canônica com os táxons mais representativos durante as campanhas de dragagem.....	33

**ARTIGO 2: *Cossura* sp. nov. (Cossuridae, Annelida) de um estuário brasileiro tropical**

<b>Figura 1.</b> Locais de coleta na costa norte do Brasil, Complexo Portuário de São Luís no Estado do Maranhão.....	55
<b>Figura 2.</b> <i>Cossura</i> sp. nov. A – Visão geral de um parátipo. B – Visão anterior; C - Limite dividindo a região torácica do abdômen (seta). Escalas: A = 0.5 mm; B = 0.2 mm; C = 0.5mm.....	59
<b>Figure 3.</b> <i>Cossura</i> sp. nov. A - visão anterior de um parátipo. B - Dois órgãos nucais laterais (setas). C – D - O prostômio e peristômio com sulcos subdividindo (setas). Escalas: A= 0,2 mm; B= 0,4 mm; C–D= 0,3 mm.....	60
<b>Figura 4.</b> <i>Cossura</i> sp. nov. parapódio de um parátipo. A —Parapódio 5; B—Parapódio 20; C—Parapódio 43; C— cerdas longas e curtas (curta seria cerca de 75% do comprimento das longas). Escalas: A–D= 0.1 mm; B–C= 0.05 mm.....	61
<b>Figura 5.</b> <i>Cossura</i> sp. nov. A - Parapódio 5, B – Parapódio 20. C - Microscopia eletrônica de varredura das cerdas do parapódio 43; D – Cerdas lisas e E - Pigídio com cirros anais. Escalas: A – B = 0,02 mm; C = 0,1 mm; D = 0,06 mm; E = 0,4 mm.....	62

## LISTA DE TABELAS

### **ARTIGO 1: Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário da costa norte do Brasil**

<b>Tabela 1.</b> Média e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos da água superficial nos oito pontos de coleta durante as quatro campanhas no Complexo Portuário da costa norte do Brasil.....	21
<b>Tabela 2.</b> Abundância total das espécies encontradas em cada coleta: pré-dragagem, dragagem 1, dragagem 2 e pós-dragagem.....	28
<b>Tabela 3.</b> Análise de Componentes Principais entre os parâmetros ambientais, a abundância dos organismos e as campanhas de dragagem.....	31
<b>Tabela 4.</b> Análise de Correspondência Canônica entre os parâmetros ambientais, os principais táxons e as campanhas de dragagem.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário da costa norte do Brasil.....	15
2.2 <i>Cossura</i> sp. nov. (Cossuridae, Annelida) de um estuário brasileiro tropical.....	53
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda econômica e social, a zona costeira tem sido alvo de diversos impactos ambientais, principalmente devido à implantação e expansão de atividades portuárias (WHITTOCK, 2017).

Dentre os ecossistemas costeiros que tem sido alvo dessas instalações portuárias, destacam-se os estuários, que são designados como sendo corpos de águas costeiras parcialmente fechados com ligação permanente ou periódica com o mar, nos quais a água do mar se dilui, de forma mensurável, com água doce proveniente da drenagem terrestre (CAMERON; PRITCHARD, 1963; ELLIOTT; WHITFIELD, 2011). Os estuários estão entre os ecossistemas mais produtivos, responsáveis por uma variedade de serviços ecológicos, tais como a ciclagem de nutrientes, produção de alimentos e controle biológico, além de proporcionar habitat para diversas espécies (MATTOS; ALMEIDA, 2016).

Os terminais portuários desempenham papéis importantes na economia em todo o mundo através do transporte e armazenamento de bens. No entanto, suas atividades operacionais são extremamente prejudiciais aos ambientes marinhos e costeiros (BURUAEM, 2012). Dentre os impactos decorrentes das áreas portuárias, destaco as dragagens que são realizadas frequentemente nos canais de acesso aos portos instalados no interior de estuários.

A dragagem consiste na retirada de um terreno natural sob a lâmina d'água, para dar lugar, ou não, a outro solo importado. Servem para implantar canais de acesso aos portos, bacias de evolução e zonas de atracação, assim como manter a profundidade do canal ao longo da vida útil do porto (PORTO; TEIXEIRA, 2002). Mas também, podem ser utilizadas para a remediação, para limpar e recuperar áreas que tenham sedimentos contaminados, exploração mineral e de recursos marinhos de valor comercial (GOES-FILHO, 2004).

As obras de dragagem exigem equipamentos específicos, tais como, dragas, que podem ser em plataformas ou embarcações próprias para a escavação do fundo dos cursos d'água (FERREIRA, 2016). Dependendo do modo de escavação e operação, as dragas utilizadas podem ser mecânicas, hidráulicas e hidráulico-mecânicas, com base no material a ser dragado, das características da área e das restrições ambientais inerentes às operações (PATCHINEELAM et al., 2008).

Existem várias opções para descartar o material produzido pelas operações de dragagem, como criação de zonas húmidas e alimentação de praia, no caso de sedimentos limpos, ou isolamento e contenção em terra no caso de sedimentos contaminados (CRUZ-

MOTTA; COLLINS, 2004). Entretanto, a maioria dos materiais de dragagem é descartada em águas abertas (ENGLER et al., 1991).

As operações de dragagens causam sérios impactos aos ecossistemas, pois trazem uma variedade de modificações, como alteração das condições hidráulicas, sedimentológicas, alterações físico-químicas no sedimento, podendo promover mudanças nas formas químicas de alguns metais, aumentando ou diminuindo sua biodisponibilidade (PIOU et al., 2009), aumento da turbidez e alterações na estrutura e dinâmica das comunidades macrobênticas (BOLAM, 2012).

A macrofauna bêntica é definida como todos aqueles organismos que são retidos em peneiras que têm um diâmetro de malha 0,5 mm e que possuem pelo menos uma fase do seu ciclo de vida associada ao substrato (HOLME; MCINTYRE, 1984). Os principais representantes da macrofauna bêntica são os poliquetas, moluscos e crustáceos (GRAY; ELLIOT, 2009). Os organismos bênticos possuem uma grande importância ecológica para o ambiente, pois auxiliam na estabilidade dos sedimentos, na ciclagem de matéria orgânica e servem de alimentos para outros organismos (THRUSH; DAYTON, 2002).

Os organismos macrobênticos apresentam características essenciais que os tornam excelentes indicadores biológicos, como pouca mobilidade, alta sensibilidade e resposta rápida às flutuações das variáveis físico-químicas do meio, respondendo a diferentes condições ambientais (PEARSON; ROSENBERG, 1978, COUTO et al. 2010). Portanto, analisar as comunidades macrobênticas é de grande importância para estudos de monitoramento ambiental, pois através delas é possível detectar distúrbios antropogênicos ou naturais (ALMEIDA; VIVAN, 2011).

Na área de dragagem, as comunidades bênticas são diretamente afetadas. No entanto, seu impacto varia amplamente e dependem de diversos fatores, como a intensidade de dragagem em uma área específica, o grau de perturbação no sedimento, recolonização e o crescimento das comunidades danificadas (NEWELL, SEIDERER; HITCHCOCK, 1998).

Devido à mobilidade restrita dos organismos bênticos, a deposição de sedimentos oriundos da dragagem pode ser mais prejudicial para comunidades de macroinvertebrados bênticos do que a qualquer outro membro do ecossistema aquático, sendo os efeitos decorrentes da dragagem a curtos ou em longo prazo, sobre esses organismos (ANGONESI, 2006).

No Brasil, os estudos sobre a macrofauna bêntica estão concentrados nas regiões sul e sudeste. Na costa norte e nordeste, são escassos os trabalhos realizados e no Maranhão tem sido relativamente recente, sendo que muitos deles são trabalhos não publicados (RIBEIRO;

ALMEIDA, 2014). Portanto, estudos com levantamentos faunísticos são imprescindíveis para o conhecimento e conservação da biodiversidade local.

Os resultados obtidos dessa pesquisa serão apresentados na forma de dois artigos, sendo o primeiro intitulado: Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário da costa norte do Brasil, e o segundo artigo: *Cossura* sp. nov. (Cossuridae, Annelida) de um estuário brasileiro tropical.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário da costa norte do Brasil<sup>1</sup>

Lorena Karine Santos Sousa<sup>a\*</sup>, Ricardo Luvizotto-Santos<sup>a</sup>, Marco Valério Jansen Cutrim<sup>a</sup>, Verônica Maria de Oliveira<sup>a,b</sup>.

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, Bacanga - CEP 65080-805 São Luís – MA

<sup>b</sup> Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão. Cidade Universitária Paulo VI – Caixa Postal 09, São Luís, MA. CEP: 65.725-000

\*Autor correspondente: Lorena Karine Santos Sousa

E-mail: lorenakarine.ss@gmail.com

#### Highlights

- A atividade de dragagem alterou a estrutura da macrofauna bêntica.
- Durante as etapas de dragagens houve redução do número de organismos.
- A ausência de organismos no local de descarte do material dragado, provavelmente está relacionada com o soterramento da fauna.
- A riqueza e diversidade diminuíram durante as campanhas de dragagem.
- Áreas mais protegidas apresentaram um maior número de indivíduos.
- A macrofauna bêntica apresentou correlação com a granulometria e metais do sedimento.

---

<sup>1</sup> Este artigo será submetido à revista Marine Pollution Bulletin, qualis A2 na área de Geociências.

## Resumo

O efeito das atividades de dragagem foi avaliado sobre a estrutura da comunidade macrobêntica do complexo portuário em São Luís do Maranhão. As amostragens aconteceram em quatro momentos (pré-dragagem, dragagem 1 com 25% e dragagem 2 com 75% do material dragado e pós-dragagem). Foram encontrados 236 organismos, (89) pré-dragagem, (84) dragagem 1, (28) dragagem 2 e (35) pós-dragagem, indicando redução no decorrer das dragagens. Os grupos mais representativos foram Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea e Mollusca, destacando a espécie *Lumbrineris* sp. como a mais abundante e presente em todas as campanhas. A riqueza e diversidade foram mais elevadas nas campanhas de pré e pós-dragagem, com redução durante as dragagens 1 e 2. A PCA mostrou que a abundância da macrofauna bêntica apresentou correlação com a granulometria e os metais do sedimento. As dragagens evidenciaram redução da comunidade macrobêntica, apesar da recuperação da fauna na pós-dragagem, esta não foi suficiente para seu reestabelecimento.

Palavras-chave: dragagem; macrofauna bêntica; complexo portuário.

## 1. Introdução

Os ecossistemas costeiros têm um elevado valor ecológico, social e econômico, no entanto estes vêm sofrendo diversas alterações, devido à excessiva exploração de seus recursos naturais, bem como o uso e ocupação desordenados do solo (Gruberet al., 2003). Entre os diversos impactos que os ambientes costeiros estão sujeitos destaca-se a expansão das atividades portuárias, considerada como um dos fatores de maior risco ambiental, tendo em vista que agrega atividades potencialmente impactantes, tanto do ponto de vista operacional, quanto pelas atividades de expansão ou implantação de novos sítios portuários (Castro e Almeida, 2012).

Dentre as operações portuárias de grande impacto é importante ressaltar a realização de dragagens periódicas para evitar a sedimentação e manter as características hidrodinâmicas de suas vias navegáveis (Cruz-Motta e Collins, 2004). Os impactos ambientais decorrentes da dragagem incluem alteração das condições hidráulicas, sedimentológicas, turbidez, poluição por substâncias tóxicas e alterações na estrutura e dinâmica das comunidades macrobênticas (Lewis et al., 2001; Bolam, 2012). Essas comunidades são importantes na produção secundária dos ecossistemas aquáticos, uma vez que desempenha um importante papel na estabilidade dos sedimentos, ciclagem da matéria orgânica, além de ser uma importante fonte

de alimento para os organismos maiores, muitos dos quais são de considerável valor econômico (Thrush e Dayton, 2002; Bolam, 2014).

A distribuição, ocorrência e abundância da macrofauna bêntica são influenciados pelas características ambientais predominantes, principalmente em relação ao sedimento, à disponibilidade de alimentos e à estabilidade ambiental (Almeida e Vivan, 2011). Por isso as atividades de dragagens podem causar efeitos a curto e longo prazo sobre as comunidades bênticas, como a redução do número de espécies e abundâncias diretamente relacionadas ao evento de perturbação; alteração das propriedades dos sedimentos, modificando características do habitat; ressuspensão de sedimentos, nutrientes, matéria orgânica e poluentes (Newell et al., 1998; Ponti et al., 2009). Devido ao seu estilo de vida, errante ou sedentário, e ciclos de vida relativamente longos, esses organismos refletem, com maior precisão, as condições ambientais anteriores ao momento da amostragem, quando comparados com formas que vivem na coluna d'água (Sola e Paiva, 2001; Khedhri, 2016), tornando-se assim, excelentes indicadores para avaliar as mudanças ambientais (Sandrini-Neto et al., 2016).

A deterioração rápida dos ecossistemas estuarinos em consequência da urbanização e industrialização no mundo tem sido bastante debatida, principalmente na recuperação dos ambientes dragados, onde a perda de características taxonômicas e funcionais tem dificultado as avaliações nas regiões tropicais (Mulik et al., 2017). Principalmente nos canais que conectam os estuários ao mar nas áreas portuárias, onde as atividades de dragagem são recorrentes alterando a profundidade, ressuspensão e composição do sedimento, tendo como resultado a alteração das comunidades locais, que muitas vezes não são capazes de fixar nestes ambientes, ocorrendo esporadicamente. O impacto nas comunidades macrobênticas tem sido preocupante, tendo em vista seu papel na reciclagem de nutrientes, produção secundária e sua eficiência como indicadores nos distúrbios de dragagem, que afetam a composição e estrutura local (Rehitha et al., 2017).

Neste contexto as regiões que sofrem grande influência das atividades portuárias e industrial são extremamente suscetíveis à poluição e contaminação. É o que vem acontecendo com o Complexo Portuário de São Luís (Maranhão, Brasil) localizado na baía de São Marcos, um dos principais portos da região nordeste com grande importância econômica para o país, devido à intensa atividade de exportação, principalmente de grãos e minérios (ferro e alumínio). As frequentes atividades de dragagem para a manutenção dos canais de navegação nessa região ressaltam a necessidade de se avaliar os impactos nas comunidades biológicas desse ecossistema estuarino, sobretudo nos macroinvertebrados bênticos, os quais são

drasticamente expostos às perturbações dos sedimentos. Assim, o presente estudo teve por objetivo verificar se as atividades de dragagem alteram a estrutura das comunidades macrobênticas da região portuária de São Luís, Maranhão.

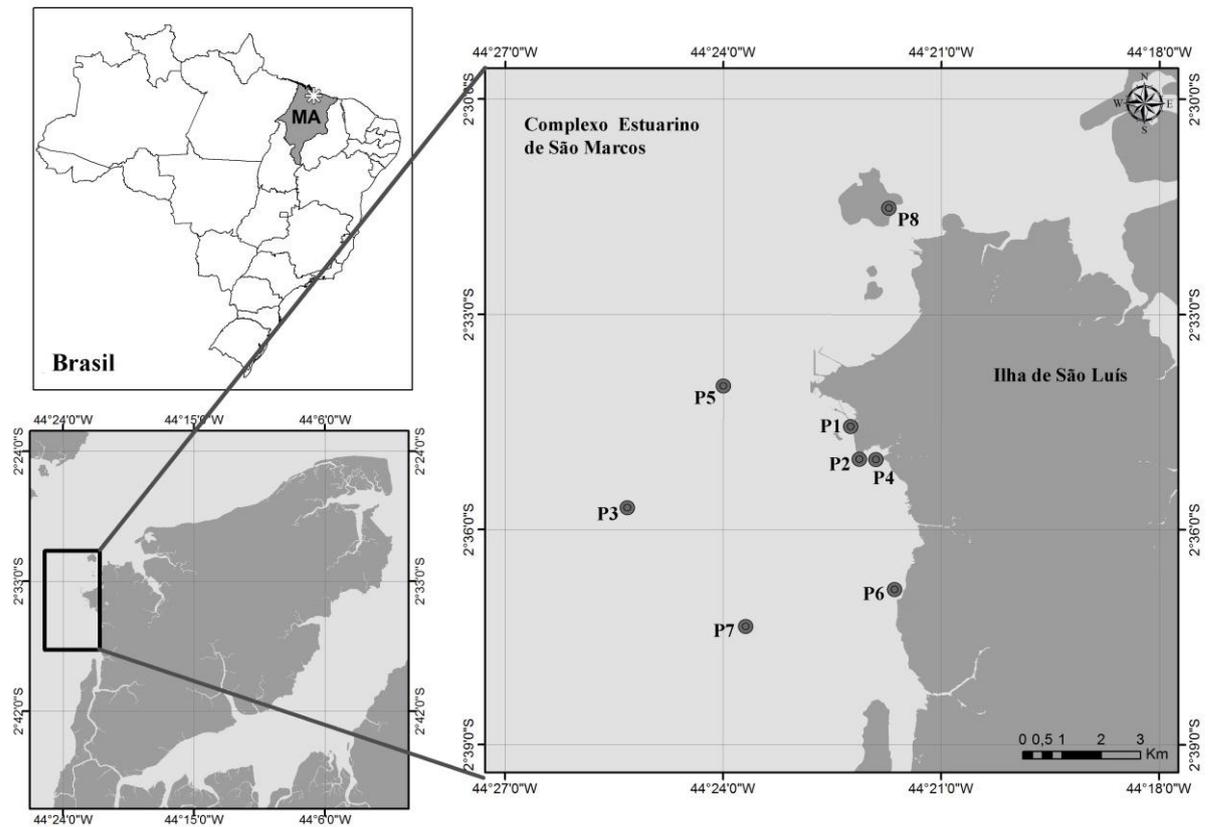
## **2. Materiais e métodos**

### *2.1. Área de estudo*

A costa maranhense possui 640 km de extensão, com uma plataforma continental considerada larga, de águas rasas sob a influência de descargas de muitos rios (Almeida et al., 2010). O Golfão Maranhense localiza-se no extremo norte do estado do Maranhão, é constituído pelas baías de São Marcos e São José que se encontram separadas pela Ilha de São Luís (Teixeira e Sousa Filho, 2009).

O Complexo Portuário de São Luís está localizado na baía de São Marcos ( $2^{\circ} 30' 0''\text{S}$   $44^{\circ} 37' 0''\text{W}$ ) a sudoeste da ilha de São Luís (Fig. 1), sendo considerado um dos portos mais extensos do litoral brasileiro e o segundo maior da América Latina em termos de movimentação de carga (Amaral e Alfredini, 2010). O padrão de regime de maré na área portuária é semi-diurna e de macromarés ( $< 7\text{m}$ ) (Diniz et al., 2014), com velocidades de correntes médias que vão de 0.6 a 6.3 nós durante os períodos de maré vazante e enchente, respectivamente (Garcia e Alfredini, 2005).

A região é dominada por manguezais e caracterizada pelo clima quente semi-úmido, com dois períodos estacionais bem distintos, um chuvoso (janeiro a junho) e outro de estiagem (julho a dezembro), com precipitações pluviométricas totais anuais a 2.000 mm (Azevedo e Cutrim, 2007).



**Fig. 1.** Localização da área de estudo no Complexo Portuário de São Luís, Maranhão, Brasil. Em destaque os pontos amostrais (P1-P8).

### *Coleta e análise*

Quatro coletas foram realizadas nas seguintes datas: 27/01/14 (antes da dragagem), 10/02/2015 (Dragagem 1 com 25% do material dragado), 09/03/15 (Dragagem 2 com 75% do material dragado) e 16/06/15 (120 dias após o término da dragagem).

Em cada campanha foram amostrados 8 pontos (P1-8), onde os pontos P3 e P5 foram selecionados para área de despejo do material dragado, P4 e P6 estão localizados próximo a manguezal, P1 e P2 na área de atracamento, P7 e P8 no canal de navegação.

A área foi dragada por Cutter and Suction Dredge que é provida de desagregador para a fragmentação do material duro e uma draga Autotransportadora (AT) como equipamento secundário de dragagem totalizando 580.343m<sup>3</sup> de material dragado nas duas campanhas.

Em cada ponto foram coletadas três amostras com auxílio de um amostrador van Veen de aço inox de 20 L para análise da macrofauna, caracterização granulométrica e determinação dos metais. Logo após a coleta o sedimento para análise do material biológico foi acondicionado em saco plástico e fixados com formalina 4%. Posteriormente o material foi transportado para o laboratório para triagem com peneira de 0,5 mm e identificados com

auxílio de literatura especializada. As demais amostras do sedimento foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório, onde foram determinadas as características texturais do sedimento através de peneiramento (norma ABNT NBR 7181/84) e para a determinação das concentrações de metais, cujas determinações analíticas dos parâmetros seguiram as recomendações preconizadas por APHA (2012).

Para caracterização da camada sub-superficial da água (50 cm), alíquotas foram coletadas por meio de uma garrafa de Nansen e *in situ* foram determinados os valores da temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido e salinidade com auxílio da sonda multiparamétrica (Hanna HI 9828). Os valores de metais tanto do compartimento água como sedimento foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação ambiental brasileira (Resoluções CONAMA 357/2005 e 454/2012, respectivamente).

A riqueza de Margalef, diversidade de Shannon-Weaver e uniformidade de Pielou foram calculadas através do software PRIMER 6.0. Para testar as diferenças significativas entre as campanhas, foi utilizada para os parâmetros (temperatura da água, pH e metais no sedimento) a ANOVA ( $p < 0,05$ ) e para as amostras heterogêneas (salinidade, oxigênio dissolvido e os metais na água) o teste não paramétrico Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) com o software PAST 6.

Os resultados obtidos para os metais totais Mn, Fe total, Zn e Fe dissolvido da água foram plotados no software MATLAB.

A fim de identificar padrões de distribuição espacial na estrutura das associações, foi utilizada a análise de agrupamento hierárquico aglomerativo (índice de similaridade de Bray-Curtis), baseada nos dados de abundância dos pontos amostrais por local, calculadas através do software PRIMER 6.0. Para analisar a influência das variáveis ambientais na distribuição da fauna bêntica, foi feita a Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Correspondência Canônica (ACC) utilizando o PAST 6. As variáveis ambientais utilizadas nessas análises foram escolhidas a partir de uma matriz de correlação Pearson, onde foram selecionadas as variáveis mais significativas. Os dados escolhidos foram logaritimizadas por  $\log(x+1)$ .

### **3. Resultados**

#### *3.1. Parâmetros físico-químicos da água*

A temperatura média da água variou de 27,87°C (fase de dragagem 1) a 29,44°C (pós-dragagem). A salinidade variou de 32,84 na dragagem 1 a 26,47 durante a pós-dragagem. O oxigênio dissolvido variou de 4,26 mg L<sup>-1</sup> na fase de dragagem 2 a 6,12 mg L<sup>-1</sup> na dragagem 1. O pH apresentou valores entre 7,93 na pós-dragagem e 8,46 na dragagem 1 (Tabela 1).

A ANOVA mostrou que a temperatura da água ( $F= 39,8$  e  $p< 0,05$ ) e pH ( $F= 75,4$  e  $p< 0,05$ ) apresentaram diferenças significativas entre as campanhas. Assim como, a salinidade ( $p= 0,00001$ ) e o oxigênio dissolvido ( $p= 0,0002$ ). Não houve diferenças significativas para os pontos amostrais.

**Tabela 1**

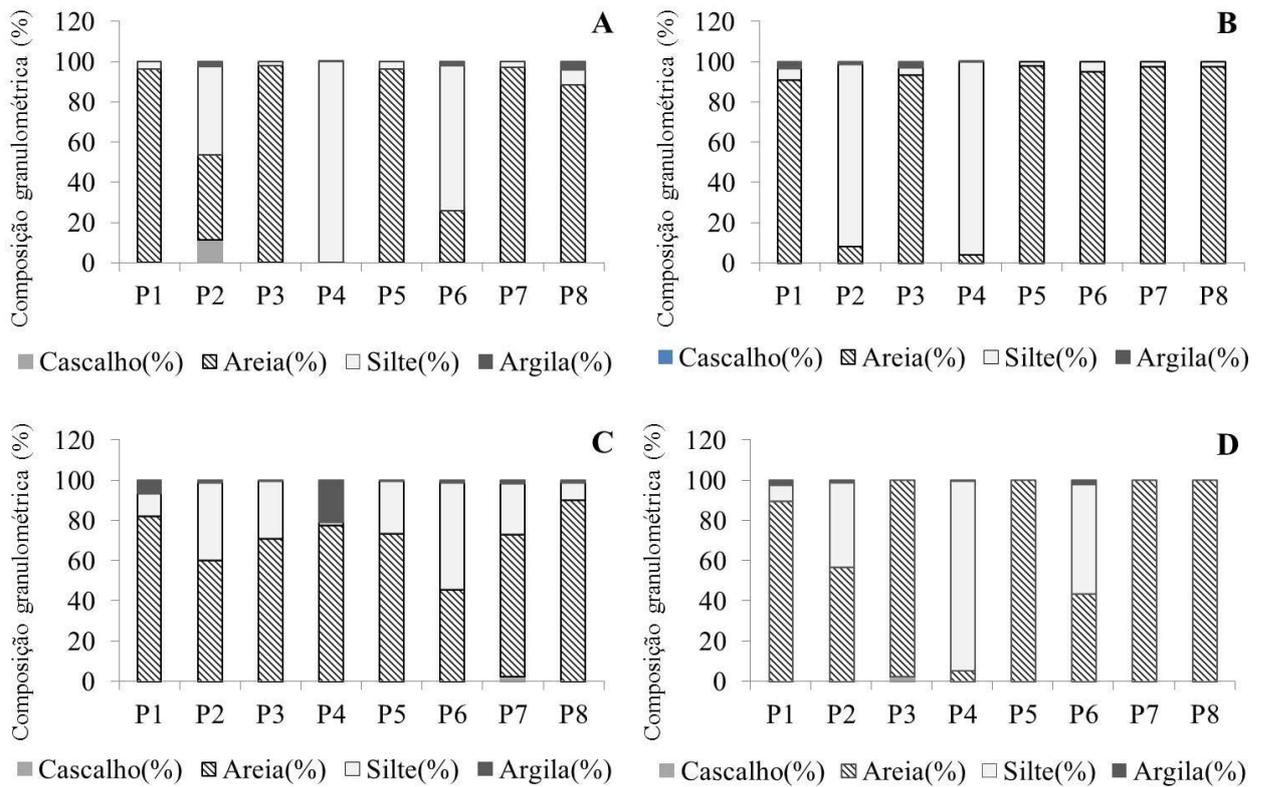
Média e desvio padrão ( $n=8$ ) dos parâmetros físico-químicos da água superficial nos oito pontos de coleta durante as quatro campanhas no Complexo Portuário de São Luís, Maranhão.

<b>Parâmetros</b>	<b>Pré-dragagem</b>	<b>Dragagem 1</b>	<b>Dragagem 2</b>	<b>Pós-dragagem</b>	<b>Média</b>
Temperatura (°C)	29,22±0,30	27,87±0,30	28,82±0,34	29,44±0,19	28,84±0,11
Salinidade	28,69±0,33	32,84±1,49	32,01±3,04	26,47±1,46	30,00±1,11
OD (mg L <sup>-1</sup> )	4,35±0,87	6,12±0,31	4,26±0,09	5,55±0,19	5,07±0,6
Ph	8,00±0,05	8,46±0,06	8,00±0,03	7,93±0,11	8,1±0,03

\*OD- oxigênio dissolvido

### 3.2. *Composição Granulométrica*

Na campanha de pré-dragagem os pontos P2, P4 e P6 apresentaram maiores porcentagens de silte e argila e os demais pontos amostrados foram dominados por areia. A dragagem 1, apresentou um aumento de silte e argila nos pontos P1, P2 e P3 e durante a dragagem 2, também houve um incremento de silte e argila em todos os pontos amostrais, com exceção de P2 e P4 que houve acréscimo de areia. Na pós-dragagem os pontos amostrais entraram em concordância com a classificação granulométrica da campanha de pré-dragagem, onde se sobressaíram P2, P4 e P6 com maiores porcentagens de silte (Fig. 2).

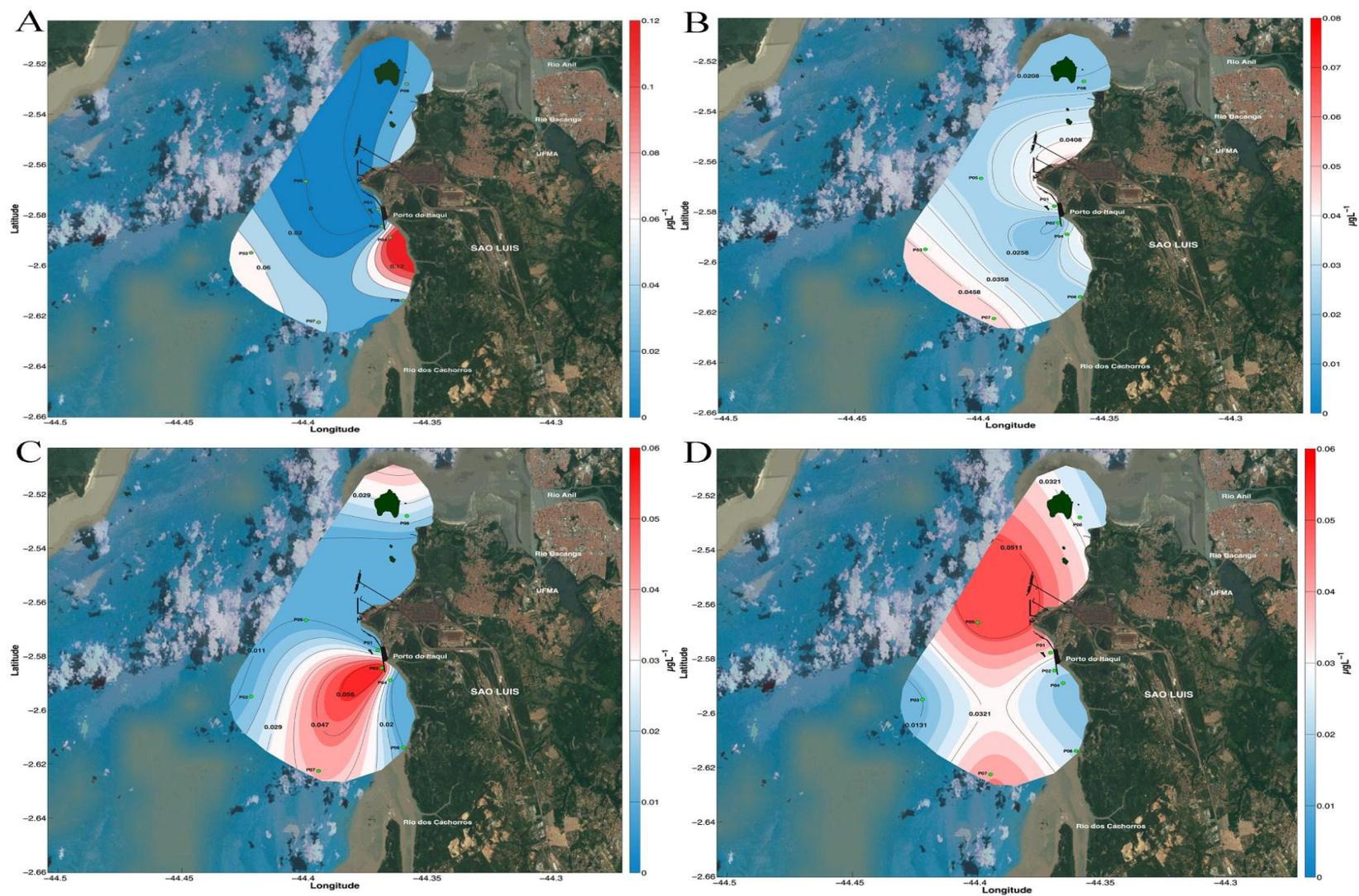


**Fig. 2.** Composição granulométrica dos pontos amostrados nas quatro campanhas: (A) Pré-Dragagem, (B) Dragagem I, (C) Dragagem II e (D) Pós-Dragagem.

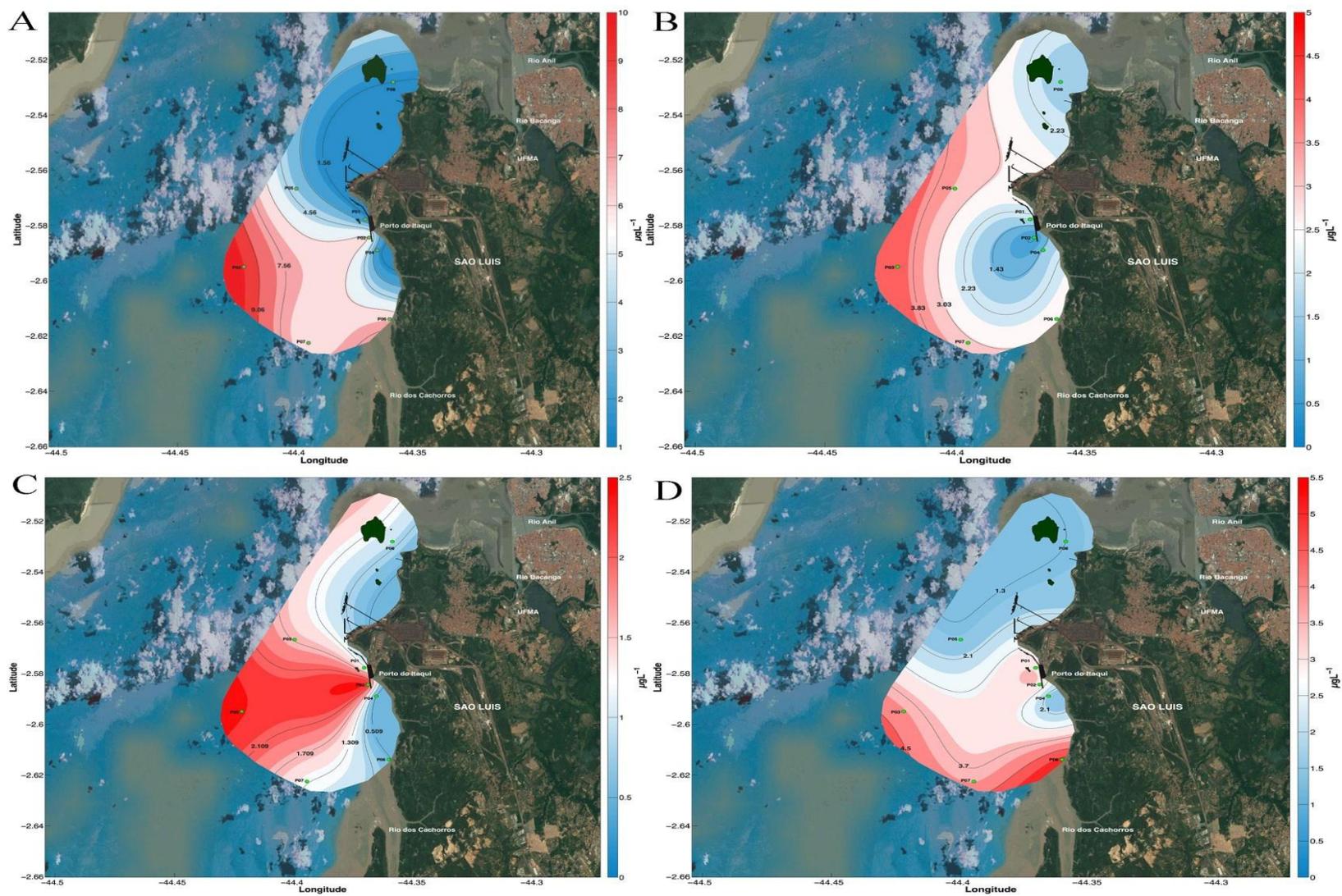
### 3.3. Metais pesados na água e no sedimento

As maiores concentrações de ferro dissolvido ocorreram nos pontos P2 e P4 durante a pré-dragagem (Fig. 3). Para o ferro total, suas concentrações foram mais elevadas durante a pré-dragagem nos pontos P2, P3, P6 e P7 (Fig. 4). Não houve diferenças significativas entre as campanhas para ferro dissolvido ( $p=0,12$ ).

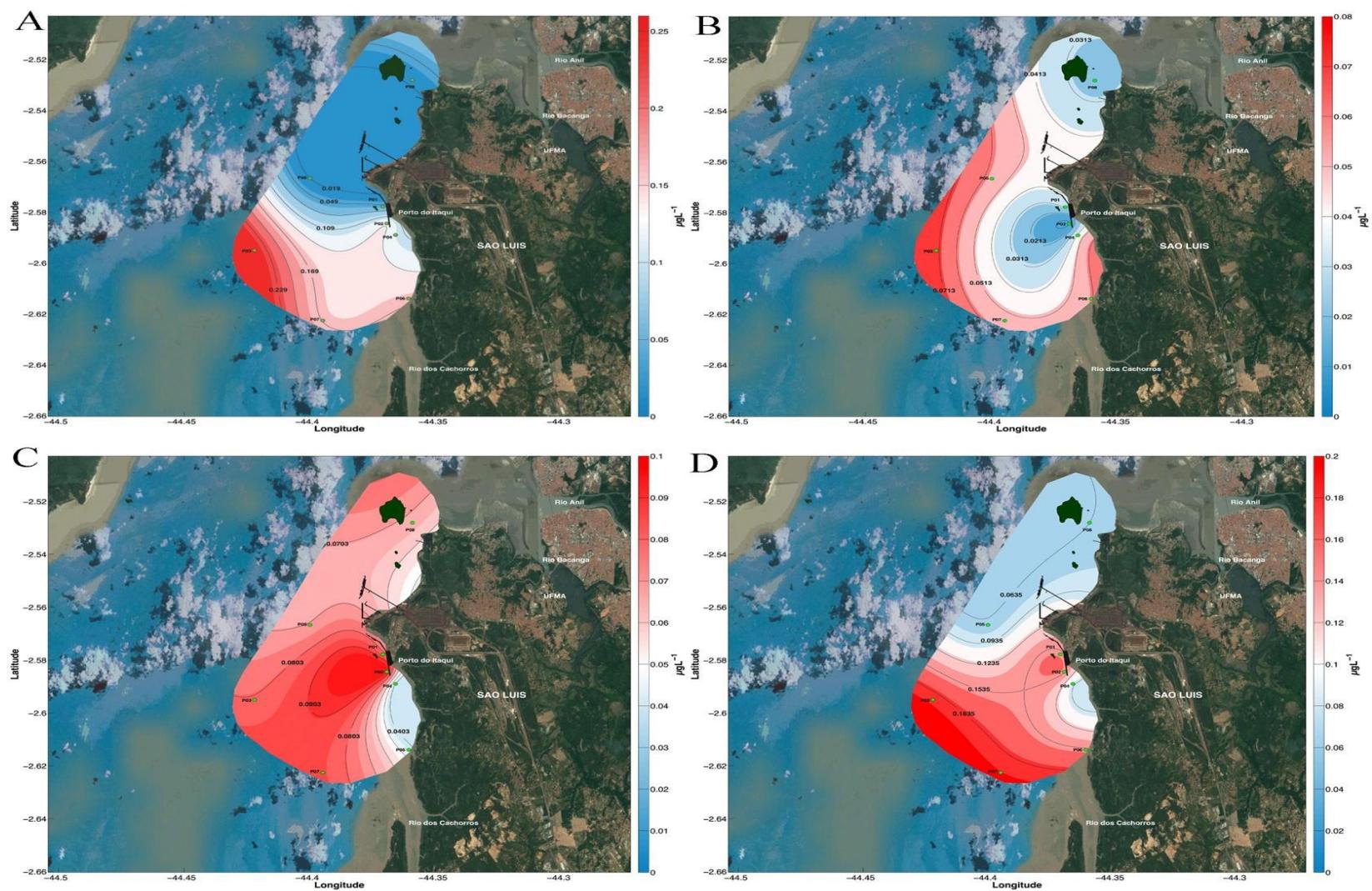
Por outro lado, houve diferença nas concentrações de Fe total, Mn e Zn entre as campanhas ( $p=0,009$ ,  $p=0,04$  e  $p=0,007$  respectivamente). O manganês apresentou concentração acima do nível permitido pela legislação brasileira ( $0,1\text{mg/L}$ ) na pré-dragagem nos pontos P2, P3, P4, P6 e P7 e na pós-dragagem nos pontos P1, P2, P3, P6 e P7 (Fig. 5). Com relação ao zinco, valores acima do limite permitido ( $0,09\text{mg/L}$ ) foram observados nas campanhas de dragagem 1 nos pontos P4, P5, P6 e P7 e pós-dragagem nos pontos P4 e P5 (Fig. 6).



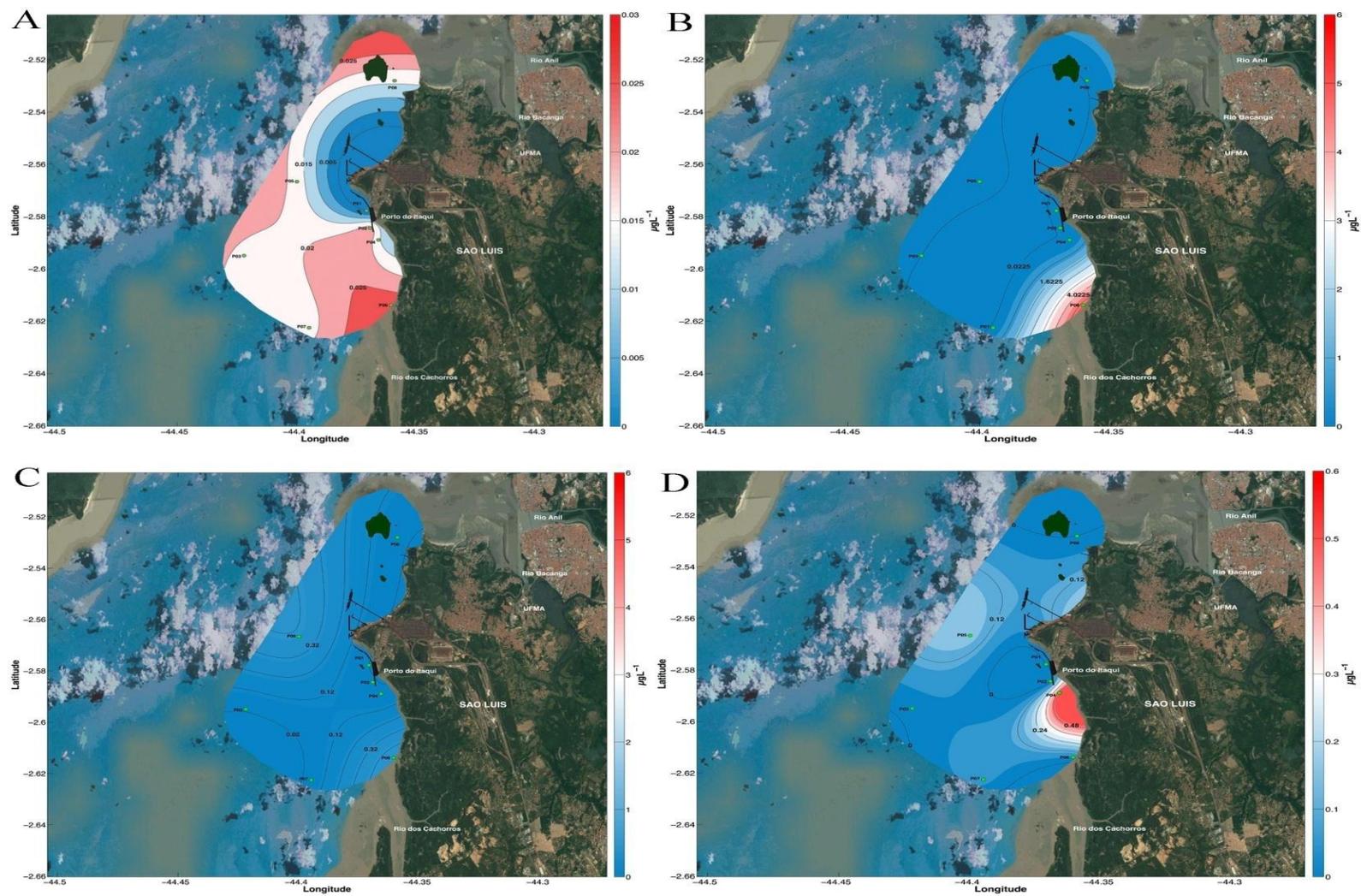
**Fig. 3.** Concentração de Fe dissolvido nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem



**Fig. 4.** Concentração de Fe total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem.



**Fig. 5.** Concentração de Mn total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem.

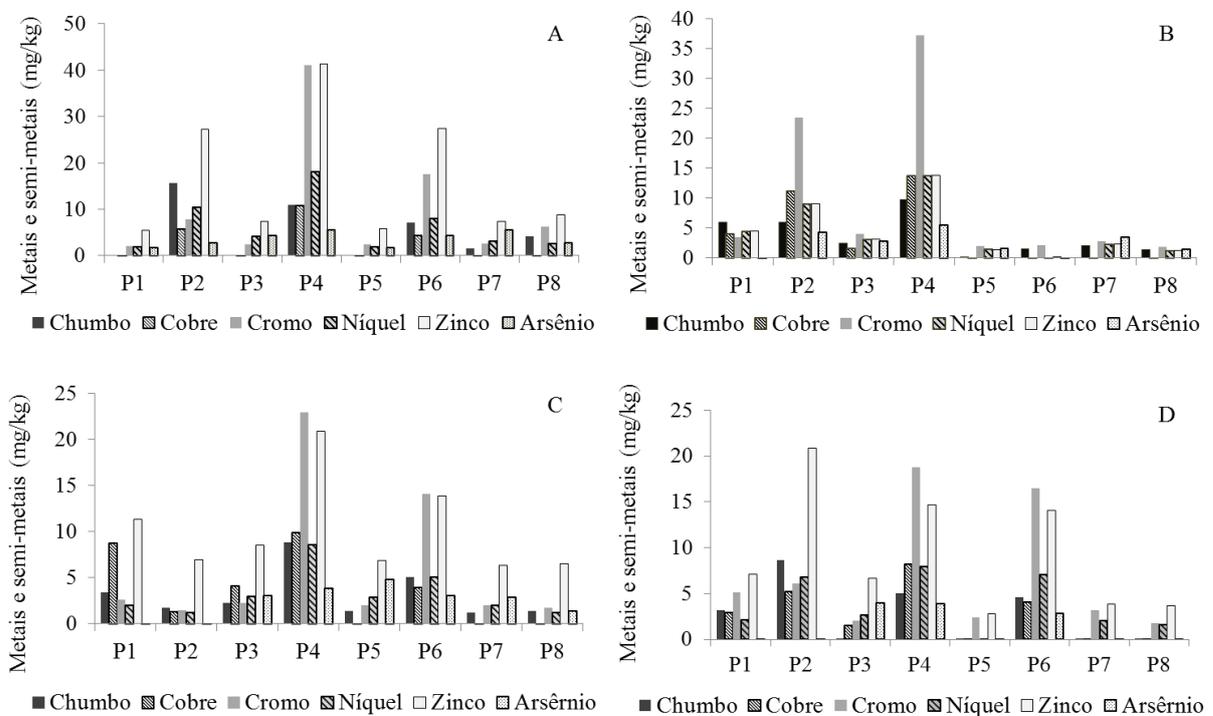


**Fig. 6.** Concentração de Zn total nas águas superficiais da área de influência da dragagem: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem

Com relação às concentrações de metais nos sedimentos, não houve diferenças significativas entre as campanhas para, chumbo ( $F= 0,48$ ,  $p>0,05$ ), cobre ( $F= 0,15$ ,  $p>0,05$ ), cromo ( $F= 0,25$ ,  $p>0,05$ ), níquel ( $F= 0,82$ ,  $p>0,05$ ), zinco ( $F= 2,76$ ,  $p>0,05$ ) e arsênio ( $F= 2,16$ ,  $p>0,05$ ). Houve apenas diferenças entre os pontos amostrais para os metais analisados, chumbo ( $F=5,83$ ,  $p<0,05$ ), cobre ( $F= 10,28$ ,  $p<0,05$ ), cromo ( $F=11,09$ ,  $p<0,05$ ), níquel ( $F=7,28$ ,  $p<0,05$ ), zinco ( $F=3,43$ ,  $p<0,05$ ) e arsênio ( $F=2,69$ ,  $p=0,05$ ).

Os metais pesados arsênio, cromo, níquel e zinco estiveram presentes durante a campanha de pré-dragagem em todos os pontos amostrados, com maiores concentrações no ponto P4, seguido dos pontos P2 e P6, onde destacou-se cromo e zinco (Fig. 7A). Na campanha de dragagem 1, houve o acréscimo das concentrações dos metais chumbo, cobre, cromo e níquel em P1; cobre, cromo e arsênio em P2; chumbo, cobre e cromo em P3; cobre para P4 e redução nos demais pontos amostrados (Fig. 7B).

Durante a dragagem 2 houve um aumento nas concentrações dos metais, com destaque para zinco, exceto o ponto P2 que apresentou redução (Fig. 7C). Na campanha de pós-dragagem os pontos P2, P4 e P6 novamente se sobressaíram com concentrações mais elevadas, principalmente para cromo e zinco (Fig. 7D).



**Fig. 7.** Concentração de metais e semi-metais nos sedimentos: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2 e (D) Pós-dragagem.

### 3.4. Composição faunística

Um total de 236 indivíduos, distribuídos em 11 grupos taxonômicos, sobressaindo Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea e Mollusca, enquanto Cnidaria, Echinodermata, Sipuncula e Nemertea foram os menos abundantes (Tabela 2).

Houve um decréscimo com o aumento da atividade de dragagem, (89) pré-dragagem, (84) dragagem 1, (28) dragagem 2 e (35) pós-dragagem (Tabela 2). Os poliquetas apresentaram o maior número de espécies, com destaque para *Lumbrineris* sp., já entre os crustáceos os grupos mais abundantes foram os decápodes e *Monocorophium* sp., enquanto nos moluscos a espécie em destaque foi *Graptacme perlonga* (Tabela 2).

**Tabela 2**

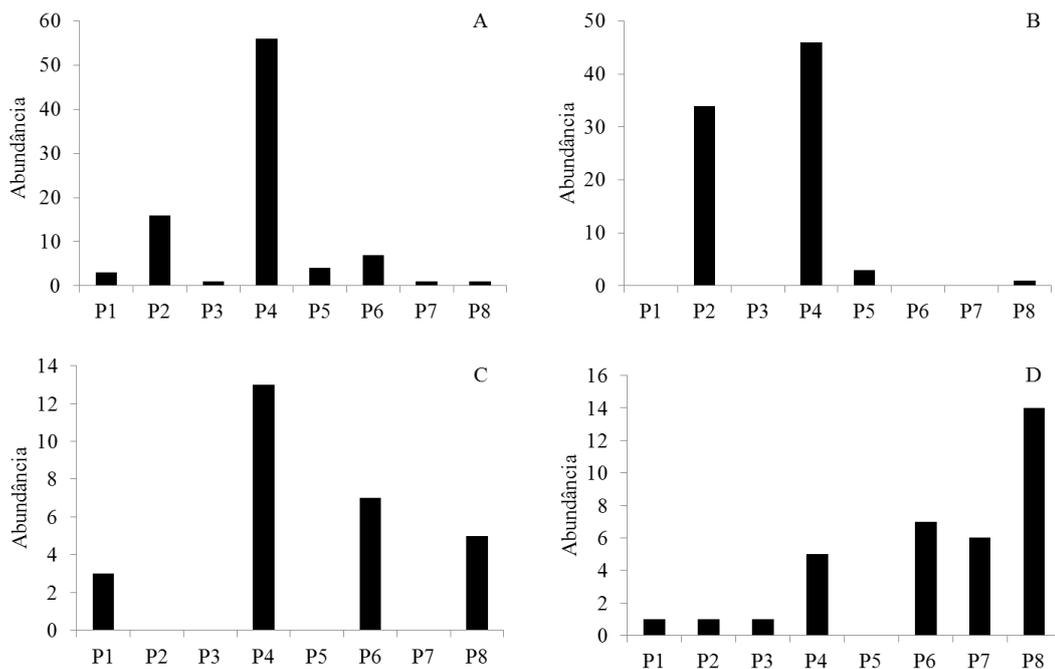
Abundância total das espécies encontradas em cada coleta: Pré-dragagem, Dragagem 1, Dragagem 2 e Pós-dragagem.

Espécies	Pré-dragagem	Dragagem 1	Dragagem 2	Pós-dragagem	N
<b>Oligochaeta</b>	1	35	1	-	<b>37</b>
<b>Polychaeta</b>					<b>138</b>
<i>Armandia hossfeldi</i>	-	1	-	-	1
<i>Capitella</i> sp.	2	-	-	-	2
<i>Cossura</i> sp. nov.	-	3	1	1	5
<i>Dorvilleia</i> sp.	-	-	-	1	1
<i>Eulalia</i> sp. nov.	2	-	-	-	2
<i>Exogone</i> sp.	5	-	-	-	5
<i>Eusysyllis</i> sp.	1	-	-	-	1
<i>Glycinde multidentis</i>	-	-	2	-	3
<i>Isolda pulchella</i>	11	-	-	-	11
<i>Lumbrineris</i> sp.	29	27	9	2	67
<i>Magelona papillicornis</i>	-	-	1	-	1
<i>Micronephtys</i> sp.	10	-	-	-	10
Nematonereis sp.	-	-	4	-	4
<i>Onuphis</i> sp.	-	-	4	-	4
<i>Prionospio</i> sp.	-	1	-	-	1
<i>Sabellaria wilsoni</i>	-	-	-	4	4
<i>Scoloplos</i> sp.	-	1	1	4	6
<i>Sigambra grubei</i>	-	1	-	-	1
<i>Sternaspis</i> sp.	-	-	-	7	7
<i>Syllis</i> sp. nov.	-	-	-	1	1
<i>Terebellides</i>	-	1	-	-	1
<b>Crustacea</b>					<b>20</b>
<i>Aega</i> sp.	-	-	-	1	1
Amphipoda	1	-	-	-	1
Decapoda	-	-	4	-	4
Gammaridae	1	-	-	-	1
Megalopa	-	-	-	2	2
<i>Monocorophium acherusicum</i>	4	-	-	-	4
Mysidacea	1	-	-	-	1
<i>Ogyrides</i> sp.	-	-	-	1	1
Peracarida	1	-	-	-	1
Tanaidacea	1	-	-	-	1
<i>Upogebia vasquezi</i>	3	-	-	-	3

<b>Insecta</b>					<b>2</b>
Chironomidae	2	-	-	-	2
<b>Bryozoa</b>	-	-	-	5	<b>5</b>
<b>Cnidaria</b>					<b>2</b>
Hydrozoa	1	-	-	-	1
Colônia de ocotcoral	1	-	-	-	1
<b>Echinodermata</b>					<b>2</b>
<i>Ophiactis lymani</i>	1	-	-	1	2
<b>Mollusca</b>					<b>16</b>
<i>Parvanachis obesa</i>	-	-	-	2	2
<i>Crepidula protea</i>	-	-	-	1	1
<i>Graptacme perlonga</i>	5	3	-	1	9
<i>Nuculana concentrica</i>	2	-	-	1	3
<i>Tectonatica pusilla</i>	1	-	-	-	1
<b>Nematoda</b>		10	1	-	<b>11</b>
Nemertea	1	-	-	-	1
Sipuncula	2	-	-	-	2
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>84</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>236</b>

(-) ausência de organismo na amostra

Para a distribuição dos indivíduos entre os pontos amostrados, P4 apresentou maior densidade de organismos em todas as coletas, exceto na fase de pós-dragagem, destacando-se P8 como maior densidade. Na pré-dragagem e na dragagem 1 sobressaiu P2, enquanto que na dragagem 2 e na pós-dragagem foi o ponto P6. Vale ressaltar que os pontos P3 e P5 são áreas de despejo do material dragado e teve como consequência desaparecimento dos organismos durante as atividades de dragagem (Fig. 8). O ponto P4 foi dominado por Polychaeta, Oligochaeta e Nematoda. Enquanto que Bryozoa, Cnidaria e Echinodermata ocorreram nos pontos P3, P5 e P7

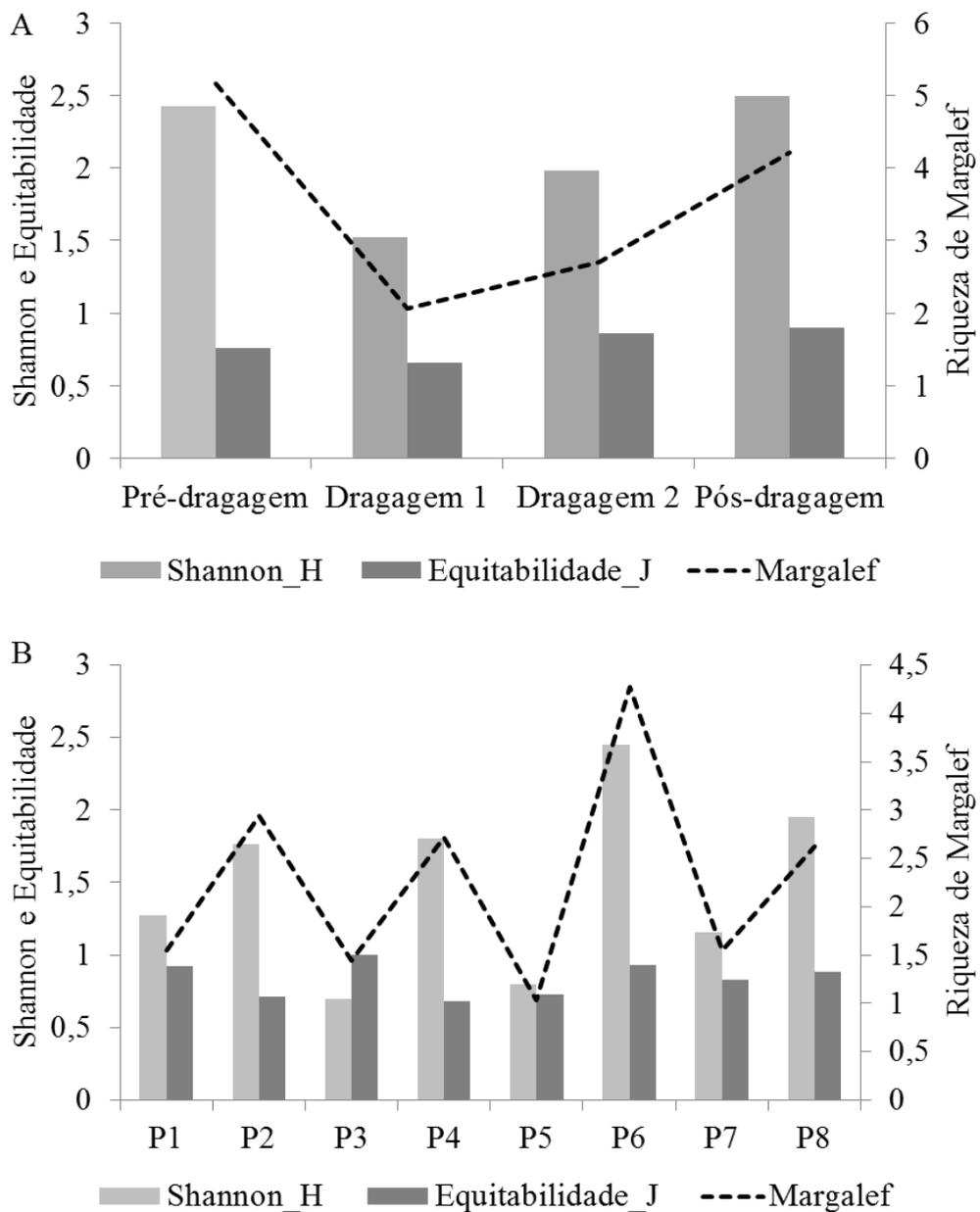


**Fig. 8.** Variação espacial da densidade dos organismos entre os pontos amostrados: (A) Pré-dragagem, (B) Dragagem 1, (C) Dragagem 2, (D) Pós-dragagem.

### 3.5. Índices ecológicos

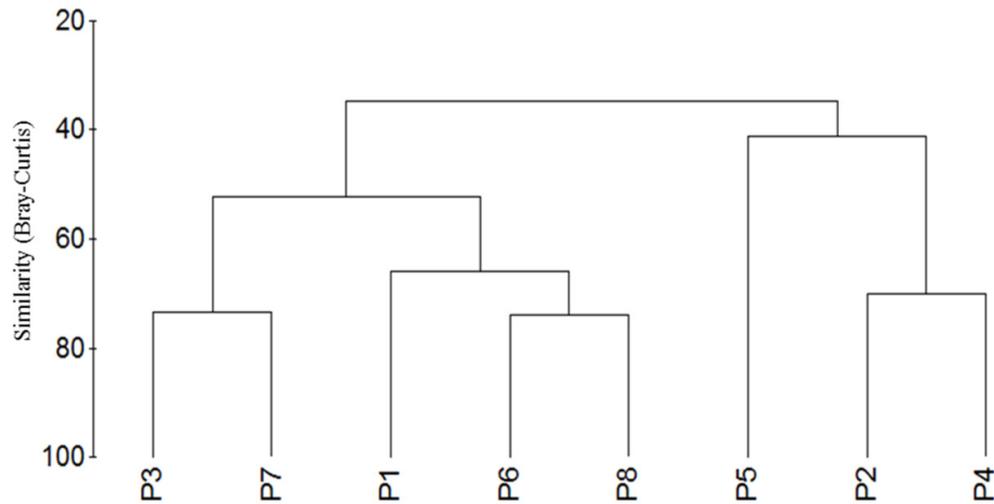
A diversidade de Shannon-Weaver foi maior para a campanha de pós-dragagem ( $H= 2,5$ ), assim como a equitabilidade de Pielou ( $J= 0,9$ ), enquanto que a riqueza de Margalef foi mais elevada na pré-dragagem ( $M= 5,1$ ) (Fig. 9A).

Para os pontos amostrais, P6 apresentou os maiores valores para diversidade ( $H= 2,45$ ) e riqueza ( $M= 4,27$ ). O ponto P8 também obteve valores elevados para ( $H= 1,95$ ). P2 ( $H= 1,76$  e  $M= 2,94$ ) e P4 ( $H= 1,80$  e  $M= 2,71$ ) foram similares para a diversidade de Shannon-Weaver e para a riqueza de Margalef, enquanto P3 e P5 apresentaram valores mais baixos. Já a equitabilidade de Pielou mostrou-se estável em P3, visto que seu valor foi ( $J= 1,0$ ) (Fig.9B).



**Fig. 9.** Índices ecológicos: (A) Índices ecológicos por campanha e (B) Índices ecológicos por pontos amostrais.

De acordo com o dendrograma os pontos P6 e P8 foram mais similares (73,9%), seguido dos pontos P3 e P7 (73,4%) e P2 e P4 (70%). Acima de 40% podemos considerar a formação de dois grandes grupos (Fig. 10).



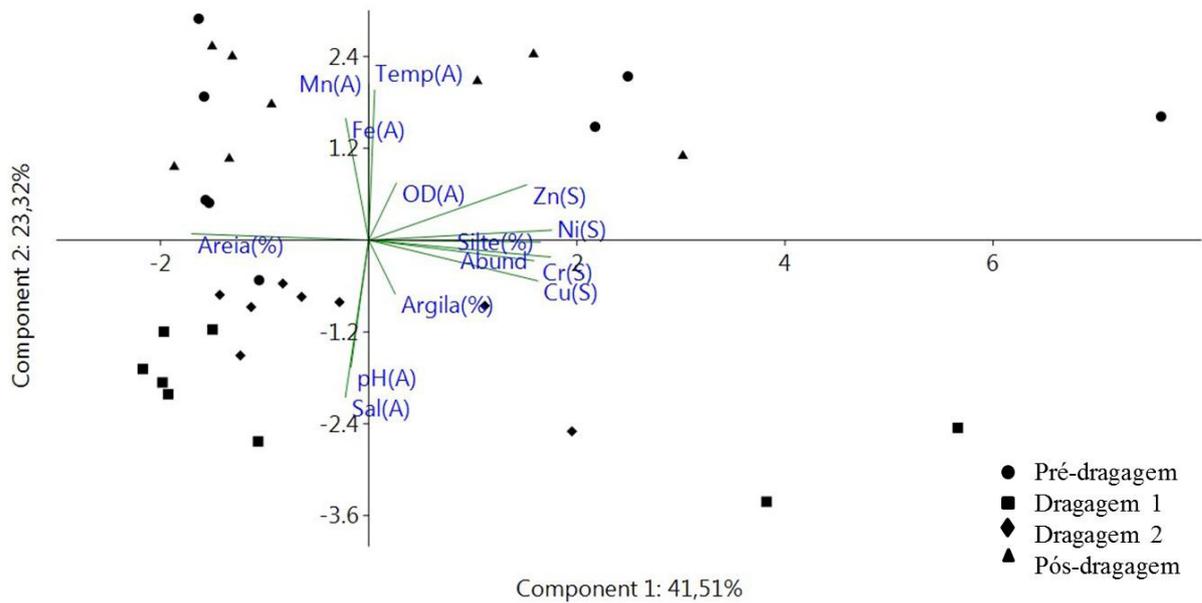
**Fig. 10.** Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis entre os pontos amostrados.

A Análise de Componentes Principais explicou 64.84% das variações entre as amostras (Fator 1= 41.51% e Fator 2= 23.32 %). A abundância dos organismos, silte e os metais pesados do sedimento (cobre, cromo e níquel) se correlacionaram positivamente com a campanha de dragagem 2. Enquanto areia obteve correlação negativa com estes metais do sedimento durante a pré-dragagem. Manganês da água teve correlação positiva com o ferro e o pH se correlacionou negativamente com a temperatura (Tabela 3; Fig. 11).

**Tabela 3**

Análise de Componentes Principais entre os parâmetros ambientais, a abundância dos organismos e as campanhas de dragagem. \*(A): água e (S): sedimento

Variáveis	PC1	PC2	PC3	PC4
Temperatura (A)	0.013	0.444	0.235	-0.369
Salinidade (A)	-0.050	-0.465	0.241	0.069
Oxigênio dissolvido (A)	0.060	0.168	-0.527	-0.449
pH (A)	-0.038	-0.374	-0.347	0.351
Fe (A)	-0.050	0.359	-0.016	0.612
Mn (A)	0.0005	0.462	0.074	0.345
Cu (S)	0.397	-0.120	0.115	0.0020
Cr (S)	0.396	-0.049	-0.030	-0.009
Ni (S)	0.398	0.029	0.023	0.135
Zn (S)	0.343	0.163	0.229	0.017
Areia (%)	-0.384	0.018	0.072	-0.059
Silte (%)	0.373	-0.005	-0.150	0.059
Argila (%)	0.057	-0.159	0.609	-0.100
Abundância dos organismos	0.359	-0.060	-0.119	-0.048



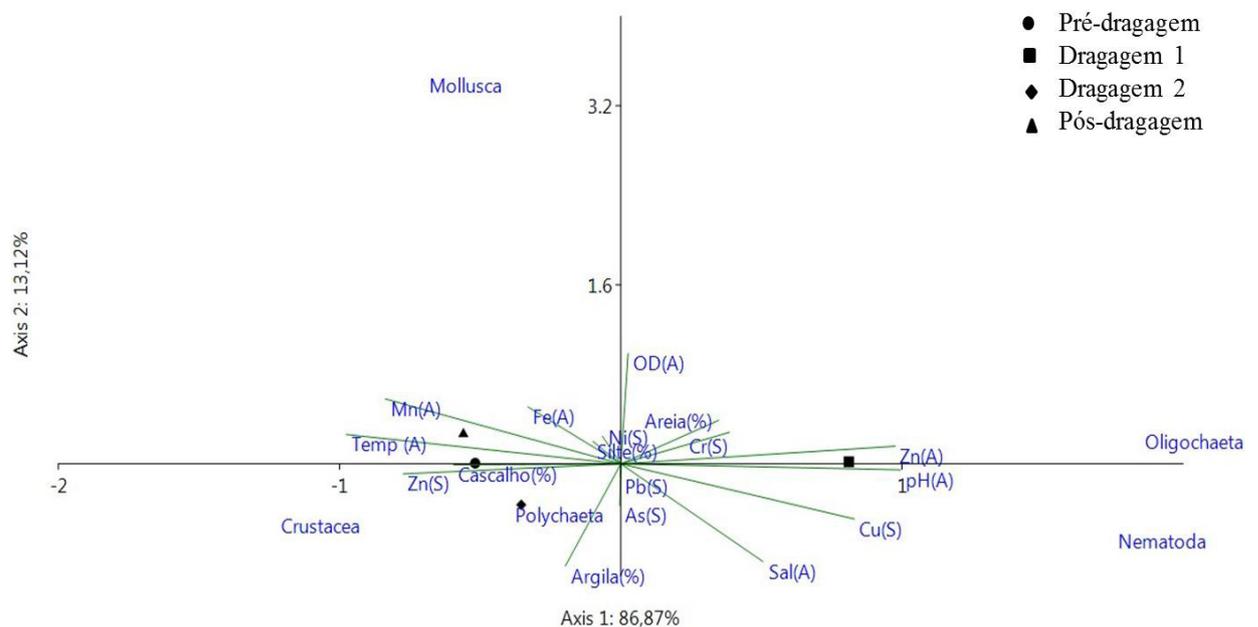
**Fig. 11.** Diagrama da Análise de Componentes Principais durante as campanhas de dragagem. Legenda: Temp(A)- temperatura da água, Sal(A)- salinidade da água, OD(A)- oxigênio dissolvido da água, pH(A)- pH da água, Fe(A)- ferro da água, Mn(A)- manganês da água, Zn(A)- zinco da água, Pb(S)- chumbo do sedimento, Cu(S)- cobre do sedimento, Cr(S)- cromo do sedimento, Ni(S)- níquel do sedimento, Zn(S)- zinco do sedimento e As(S)- arsênio do sedimento.

A Análise de Correspondência Canônica mostrou 99,88% das variações. Durante a dragagem 1, Nematoda e Oligochaeta apresentaram correlação positiva com pH, zinco da água e cobre do sedimento e foram correlacionados negativamente com temperatura, manganês da água e zinco do sedimento. Crustacea obteve maior correlação com zinco do sedimento e cascalho na pré-dragagem. Polychaeta teve maior correlação com cobre, cromo, níquel, arsênio e silte durante a dragagem 2. Mollusca apresentou maior influência de ferro da água, níquel e silte na pós-dragagem (Tabela 4; Fig. 12).

**Tabela 4**

Análise de Correspondência Canônica entre os parâmetros ambientais, os principais táxons e as campanhas de dragagem.

Variáveis	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Temperatura (A)	-0,976	0,262	0,278
Salinidade (A)	0,505	-0,873	0,003
Oxigênio dissolvido (A)	0,025	0,986	0,134
pH (A)	0,995	-0,052	-0,362
Fe (A)	-0,330	0,508	-0,685
Mn (A)	-0,837	0,580	0,152
Zn (A)	0,975	0,157	-0,188
Pb (S)	-0,002	-0,118	-0,955
Cu (S)	0,830	-0,492	0,088
Cr (S)	0,386	0,282	-0,943
Ni (S)	-0,065	0,246	-0,913
Zn (S)	-0,774	-0,089	-0,389
Areia (%)	0,347	0,389	0,721
Silte (%)	-0,099	0,201	-0,912
Argila (%)	-0,197	-0,912	0,369
Polychaeta	-0,391	-0,365	0,022
Mollusca	-0,702	346,67	0,602
Crustacea	-122,32	-0,465	-0,577
Oligochaeta	184,54	0,279	-1,136
Nematoda	1,751	0,608	3,818



**Fig. 12.** Diagrama da Análise de Correspondência Canônica com os táxons mais representativos durante as campanhas de dragagem. Legenda: Temp(A)- temperatura da água, Sal(A)- salinidade da água, OD(A) oxigênio dissolvido da água, pH(A)- pH da água, Fe(A)- ferro da água, Mn(A)- manganês da água, Zn(A)- zinco da água, Pb(S)- chumbo do sedimento, Cu(S)- cobre do sedimento, Cr(S)- cromo do sedimento, Ni(S)- níquel do sedimento, Zn(S)- zinco do sedimento e As(S)- arsênio do sedimento.

#### 4. Discussão

A temperatura das águas superficiais na área de influência da dragagem apresentou um padrão característico das regiões tropicais, onde as temperaturas são uniformes e apresentam poucas flutuações ao longo do ano (Siqueira et al., 2003). Os fatores abióticos pH, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade foram considerados típicos da região (Carvalho-Neta et al., 2012). A diferença significativa das variáveis entre as campanhas não corresponde aos agentes causadores das alterações das comunidades macrobênticas e essa pequena variabilidade dos fatores abióticos provavelmente foi mais influenciada pela sazonalidade local do que pela dragagem.

Em quase todos os pontos amostrais houve um incremento de silte durante as campanhas de dragagem. De fato, a diminuição do tamanho das partículas do sedimento durante dragagem parece ser um padrão geral em diversas regiões do mundo, como no estudo de Port Royal Sound, Estados Unidos (Xu, 2014), no estuário Cochin, Índia (Rehitha et al., 2017) e no Saco dos Limoeiros, Brasil (Schettini et al., 2002).

Após a dragagem as análises granulométricas novamente entram em conformidade com a campanha de pré-dragagem, isto é, os ambientes deposicionais entram em equilíbrio com as condições ambientais vigentes nestas localidades após 120 dias da última campanha de dragagem. Apesar dos fatores naturais, como a hidrodinâmica local ser muito elevada, tal fator normalmente desempenha um importante papel na dinâmica dos sedimentos (Bellotto et al., 2009).

Dentre os metais analisados na água, manganês e zinco estiveram acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 357/05 em alguns pontos amostrais, enquanto que o ferro dissolvido esteve dentro dos padrões permitidos. As maiores concentrações de manganês nos pontos amostrais podem estar relacionadas com o carregamento do porto, visto que este minério é o principal produto que circula no movimento de embarque no Complexo Portuário de São Luís (Amaral e Alfredini, 2010).

A contaminação por metais na coluna d'água pode ocorrer durante a dragagem a partir da ressuspensão de sedimentos contaminados. Os metais dissolvidos na água tendem a se ligar às partículas suspensas (SPM) devido à sua interface direta com a água (Zhang e Liu, 2002, Sadeghi et al., 2012). Conseqüentemente, a deposição de material particulado em suspensão adsorvido com metais é o processo primário para o acúmulo desses elementos nos sedimentos. Importante ressaltar que a contaminação por metais na coluna d'água altera a biomassa, riqueza e relações interespecífica das comunidades planctônicas, modificando a

estrutura e distribuição das mesmas, promovendo efeitos sobre a reprodução e recrutamento (Linnik e Zubenko, 2000, Ciszewski et al., 2013).

As maiores concentrações de metais no sedimento durante a fase de dragagem 2, coincidiu com o aumento de sedimentos finos nesse período, sugerindo maior adsorção desses metais e consequente redução da fauna bêntica, uma vez os metais são fatores determinantes no sucesso reprodutivo e mortalidade dos invertebrados (Ellis et al., 2017). Os pontos P2, P4 e P6, áreas próximas aos manguezais, também apresentaram valores elevados de metais em todas as campanhas, o que está relacionado com a composição granulométrica dessa localidade. Nesses locais, a força das marés e a velocidade das correntes são baixas favorecendo a deposição de sedimentos finos e matéria orgânica que apresentam maior capacidade de adsorção de metais (Siqueira e Aprile, 2012). Apesar da presença desses metais na área de estudo, os valores se encontram dentro dos limites permitidos pela resolução CONAMA 454/2012 e provavelmente não influenciaram na composição da macrofauna bêntica.

As condições ambientais dos estuários promovem alterações importantes na química dos metais, o que pode aumentar tanto a mobilidade desses elementos em águas e sedimentos quanto à disponibilidade para os organismos (Barbosa et al., 2015).

No presente trabalho foi observada uma redução significativa dos organismos no período da dragagem. Tal fato já havia sido registrado para outras localidades, onde a dragagem geralmente é acompanhada pela redução no número de espécies, densidade populacional e biomassa de organismos bênticos (Froján et al., 2011). A baixa concentração de organismos das comunidades bênticas em consequência da dragagem, também foi reportado em outras regiões, como no estuário Mondego, Portugal (Ceia et al., 2013) estuário Kifissos, Grécia (Katsiaras, 2015).

Situação similar ao presente estudo foi registrada para a área portuária da região estuarina da Lagoa dos Patos, em que a diversidade de espécies foi maior antes do período de dragagem e que os Polychaeta e Crustacea foram os táxons com maior número de espécies (Bemvenuti et al., 2005). Assim como no porto de Itajaí em Santa Catarina que apresentou resultado semelhante aos trabalhos supracitados (Vivan, 2009).

No Complexo Portuário de São Luís a macrofauna foi composta principalmente de Polychaeta e Crustacea o que é bastante comum nos estuários (Gambi et al., 1997). Bryozoa e Cnidaria típicos de substrato rochoso foram encontradas ocasionalmente (Fraschetti, 2006). Provavelmente essas espécies foram transportadas de seu ambiente de origem para outro como consequências do hidrodinamismo local.

Dentre os Polychaeta, *Lumbrineris* sp. foi o mais abundante no presente trabalho. Esse gênero já havia sido registrado para costa oeste de Portugal, onde a espécie *Lumbrineris gracilis* (Ehlers, 1868) foi mais abundante (Carvalho, 2001). Espécies dessa família possuem grande motilidade e hábito alimentar carnívoras (Fauchald e Jumars, 1979; Jumars et al., 2015), por isso possuem capacidade suficiente de migração vertical e menos dependência em sedimentos para abrigo e alimento (Bolam, 2011). No estudo realizado por Wilber (2017), na lagoa costeira Mississippi, a espécie mais abundante foi *Paramfinome* sp. com hábito alimentar carnívoro e a família Oweniidae que são alimentadores de depósito de superfície e os menos abundantes foram os Ophiatidae e Amphiuroidae. Enquanto que na região portuária de Itajaí, destacaram-se *Owenia* sp., *Mediomastus californiensis* Hartman, 1944 e *Prionospio dayi* (Foster, 1969), todos alimentadores depósito superficiais (Vivan et al., 2009).

A maior abundância dos organismos nos pontos P2, P4 e P6 (áreas de manguezais) ocorreu em áreas relativamente protegidas, caracterizada por sedimentos com elevados teores de silte, onde a composição textural reflete uma condição de baixa hidrodinâmica (Sandrini-Neto e Lana, 2012). Ambientes com composição de partículas finas são adequados ao estabelecimento de populações bênticas (McLachlan e Brown, 2006). Esse tipo de substrato oferece maiores proporções de matéria orgânica, além de facilitar a locomoção desses organismos (Knox, 2001; Levinton, 2001).

A redução ou a ausência dos organismos nos pontos P3 e P5 durante a dragagem está relacionada ao fato destes pontos serem os locais de descarte do material dragado, isso pode estar relacionada com a sedimentação do material, tendo em vista que a primeira parte do sedimento dragado foi depositada nas camadas mais profundas do substrato pelo soterramento, nesta camada se encontra a macrofauna, que provavelmente morreu por asfixia. Segundo Schratzberger et al. (2000) o despejo do material dragado em grandes quantidades em um curto intervalo de tempo causa grandes danos aos organismos bênticos, devido ao soterramento destes. Estudos pretéritos já haviam registrado o efeito imediato nas assembleias bênticas logo após a eliminação do material dragado nos locais de descarte com redução na abundância total dos indivíduos (Cruz-Motta e Collins, 2004; Powilleit et al., 2005; Witt et al., 2004).

O tempo de recuperação das áreas afetadas depende da magnitude e da frequência de atividades de perturbação (Lundquist et al., 2010). Uma vez que as comunidades que habitam sedimentos finos geralmente se recuperam mais rapidamente do que os organismos que habitam arrecifes de areia, cascalho e corais, pois geralmente são dominados por rejeitos de espécies oportunistas (Newell et al., 1998).

No presente trabalho o maior número de espécies foi observado durante a pré-dragagem, o que justifica os maiores valores para Margalef observados nessa etapa. A diversidade de Shannon-Weaver foi mais elevada durante a pré-dragagem e pós-dragagem, ao contrário da redução durante as etapas de dragagem, tais resultados são esperados e coincidem com as observações registradas por Dolah (1984) em um estuário da Carolina do Sul, onde após a dragagem a diversidade foi elevada e permaneceu com valor similar a pré-dragagem. No entanto a rápida recuperação das comunidades bênticas em ambientes perturbados está associada a migração das espécies oportunistas, juvenis e recrutamento larval que se encontram nas proximidades das áreas afetadas pelas perturbações (Faraco e Lana, 2003; Egres et al., 2012; Gern e Lana, 2013; Sandrini-Neto e Lana, 2014).

Vale à pena ressaltar que a área estudada apresenta hidrodinamismo extremamente elevado, chegando a formar dunas de quatro metros, que posteriormente são deslocadas para outras localidades. Se levarmos em consideração a perturbação pela dragagem com o elevado hidrodinamismo, junto estes fatores dificultam a migração e assentamento dos juvenis macrobênticos nesta localidade. Nesse contexto, é provável que a macrofauna seja transportada para outras localidades ou mortas por asfixia ocasionada pelo soterramento (Cruz-Mota e Collins, 2004).

A uniformidade de Pielou foi elevada ao longo do estudo, o que foi semelhante com o trabalho realizado na Califórnia do Norte, onde a equitabilidade de Pielou raramente fica abaixo de 0,75 (Blake, 2009).

A análise de Cluster mostrou que os pontos P6 e P8 apresentaram uma maior similaridade, tal resultado está diretamente relacionado à igual abundância e distribuição dos indivíduos nas campanhas. Esses pontos estão localizados mais próximos da terra firme e conseqüentemente são mais protegidos, com baixo hidrodinamismo, e compostos com sedimentos mais finos, o que favorece o estabelecimento de populações bênticas (Paiva et al., 2005). Enquanto os pontos P3 e P7 apresentaram menor número de indivíduos e maior heterogeneidade entre as espécies, tais pontos encontram-se na área central do canal, onde estão mais propensas as perturbações locais. Situação similar já havia sido registrada para o Complexo Estuarino de Paranaguá com baixa densidade de organismos nas áreas localizadas mais próximas aos canais de navegação e atracação dos navios, onde havia maior assoreamento causando supressão da fauna local (Lana et al., 2001).

Na Análise de Componentes Principais a abundância dos organismos foi correlacionada positivamente com silte e os metais do sedimento. Situação semelhante foi observada ao longo da costa do Rio de Janeiro, onde ocorreram correlações positivas entre os metais Pb, Cr,

Ni, Cu, Co com a diminuição do tamanho do grão (Cabrini et al., 2016). É provável que essa correlação esteja relacionada ao sedimento fino, onde as espécies *Lumbrineris* sp., *I. pulchella* e *Micronephtys* sp. geralmente são mais abundantes, esse tipo de substrato também favorece fixação dos metais (Faraco e Lana, 2003). Estas espécies são comedoras de depósito de superfícies, exceto *Micronephtys* sp, que são carnívoras e tem grande mobilidade (Fauchald e Jumars, 1979; Jumars et al., 2015).

Na Análise de Correspondência Canônica, Nematoda e Oligochaeta apresentaram correlação positiva com o pH, zinco da água e cobre do sedimento durante a dragagem 1. Esses organismos são encontrados em quase todos os tipos substratos e são as formas mais complexas, com muitas estratégias metabólicas e apresentam habilidades notáveis para suportar o estresse e condições adversas (Tahseen, 2012). Na pré-dragagem, Crustacea obteve relação direta com o zinco e cascalho do sedimento, esse tipo de sedimento favorece a colonização e maior diversidade do grupo (Coelho-Filho e Freitas, 2004). Polychaeta teve maior correlação positiva com cobre, cromo, níquel, arsênio e silte durante a dragagem 2. Resultado similar foi encontrado na PCA, este resultado confirma a relação Polychaeta, sedimentos finos e metais. Mollusca teve correlação com o ferro da coluna d'água, níquel e silte do sedimento, ressaltando que os Mollusca são organismos bioindicadores de ambientes contaminados por metais. A concentração desses metais nos organismos marinhos depende de ambos os fatores ambientais, como as concentrações na água do mar, e fatores biológicos (Espana et al., 2005).

Das espécies amostradas apenas *Capitella* inclui espécies bioindicadores de poluição, por terem hábitos oportunistas com capacidade de ingestão de partículas orgânicas contaminadas. Embora considerados detritívoros não seletivos algumas espécies de Capitellidae ingerem partículas menores e possivelmente menos contaminadas como mecanismo para ocupação de áreas poluídas (Horng e Taghon, 1999). Alterações nos mecanismos osmorreguladores, supressão de estágio reprodutivo, alterações morfológicas e elevados índices de mortalidade em poliquetas podem ser associados à ingestão de partículas tóxicas (Tsutsumi, 1990; Horng e Taghon, 1999; Mendez e Green-Ruiz, 2006).

*Glycinde multidentis* já havia sido registrada como espécie bioindicadores de ambientes contaminados por hidrocarbonetos e *Lumbrineris* sp. que foi a espécie mais representativa no total amostrado, inclui espécies bioindicadoras de ambientes contaminados pelos metais (Hatje et al., 2008; Hernández-Martínez et al., 2016).

Nematoda são encontrados em quase todos os tipos substratos com um grande número de espécies, que são de considerável importância ecológica. São as formas mais complexas, com

muitas estratégias metabólicas e comparáveis aos organismos superiores. Eles demonstram habilidades notáveis para suportar o estresse e condições adversas (Tahseen, 2012).

No ambiente marinho os sedimentos são considerados o principal reservatório de poluentes metálicos (Fukumoto, 2007). Zinco e cobre são micronutrientes essenciais aos organismos vivos, enquanto cromo e chumbo não tem função biológica conhecida e geralmente exibe toxicidade para organismos (Stankovic et al., 2014).

Observações feitas por Reish (1988) indicam que a toxicidade relativa de metais para Polychaeta em ordem decrescente é cobre (Cu), mercúrio (Hg), zinco (Zn), arsênio (As), cromo (Cr) e cádmio (Cd).

Polychaeta têm sido considerados como possíveis indicadores da disponibilidade de metais pesados e poluição em depósitos marinhos, visto que algumas espécies incorporam metais pesados em estruturas corporais, e em alguns casos, existe uma relação significativa entre as concentrações nos tecidos e o teor de metal do sedimento, indicando que estes organismos podem responder a diferenças ambientais (Blackstock et al., 1986).

## 5. Conclusão

No presente estudo foi observado que a atividade de dragagem alterou a estrutura das assembleias bênticas, pois houve uma redução na abundância e diversidade dos espécimes encontrados, na medida em que as atividades da dragagem foram realizadas, com posterior recuperação dos organismos. Nesse contexto, as espécies não se repetiram no decorrer do processo de pré-dragagem até a pós-dragagem, ocorrendo esporadicamente em cada campanha, exceto *Lumbrineris* sp. Possivelmente na campanha de pós-dragagem o tempo de recuperação da fauna não foi suficiente para restabelecer a comunidade local. Embora tenha sido observada a recuperação da fauna por espécies diferentes das registradas na pré-dragagem.

A abundância dos organismos apresentou correlação direta com silte e os metais do sedimento onde *Lumbrineris* sp., *I. pulchella* e *Micronephtys* sp. foram as espécies de Polychaeta mais abundantes.

Este trabalho pode fundamentar estudos relacionados à área de dragagem, considerando a relevância da localização do segundo maior porto de profundidade natural do mundo, com o aporte de grandes navios cargueiros, cujas atividades de manutenção da navegabilidade da área portuária causam grandes alterações na composição e funcionamento das comunidades bênticas locais.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Universidade Federal do Maranhão pela formação, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES pela concessão da bolsa de estudo, ao graduando de Oceanografia James Jordan Marques Corrêa pelo auxílio nas análises estatísticas e a todos que colaboraram com a elaboração do artigo.

### **Referências**

- Almeida, T.C.M., Vivan, J.M., 2011. Macrobenthic associations in a South Atlantic Brazilian enclosed bay: The historical influence of shrimp trawling. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2190–2198. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.06.034
- Amaral, R.F., Alfredini, P., 2010. Modelação Hidrossedimentológica no Canal de Acesso do Complexo Portuário do Maranhão. *RBRH.* 15, 5–14.
- Barbosa, I.C.C., Müller, R.C.S., Alves, C.N., Berrêdo, J.F., Souza Filho, P.W.M., 2015. Composição Química de Sedimento de Manguezal do Estuário Bragantino (PA) – Brasil. *Rev. Virtual Quim.* 7, 1087-1101.DOI: 10.5935/1984-6835.20150060
- Bellotto, V. R., Kuroshima, K. N., Cecanho, F. 2009. Poluentes no ambiente estuarino e efeitos da atividade de dragagem, 105-126p. *In: Lunardon-Branco, M.J. and Bellotto, V. R (Org.). Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas.* Editora UNIVALI, Itajaí, SC., 312p.
- Bemvenuti, C.E., Angonesi, L.G., Gandra, M.S., 2005. Effects of dredging operations on soft bottom macrofauna in a harbor in the Patos Lagoon estuarine region of southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 65, 573–581. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842005000400003>
- Blackstock J., Johannessen P. J. and Pearson T. H., 1986. Use of a sensitive indicator species in the assessment of biological effects of sewage disposal in fjords near Bergen, Norway. *Mar Biol.* 93, 315- 322.<https://doi.org/10.1007/BF00508270>

- Blake, J.A, Maciolek, N.J., Ota, A, Y., Williams, I.P., 2009. Long-term benthic infaunal monitoring at a deep-ocean dredged material disposal site off Northern California. *Deep Sea Res.* 56, 1775–1803. doi:10.1016/j.dsr2.2009.05.021.
- Bolam, S.G., 2011. Burial survival of benthic macrofauna following deposition of simulated dredged material. *Environ Monit Assess.* 181, 13–27. DOI 10.1007/s10661-010-1809-5
- Bolam, S.G., 2012. Impacts of dredged material disposal on macrobenthic invertebrate communities: A comparison of structural and functional (secondary production) changes at disposal sites around England and Wales. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 2199–2210. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.050>
- Bolam, S.G., 2014. Macrofaunal recovery following the intertidal recharge of dredged material: A comparison of structural and functional approaches. *Mar. Environ. Res.* 97, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.01.008>
- Bolam, S.G., Whomersley, P., Schratzberger, M., 2004. Macrofaunal recolonization on intertidal mudflats: effect of sediment organic and sand content. *J Exp Mar Bio Ecol.* 306,157–180. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.01.007>
- Cabrini, T.M.B., Barboza, C.A.M., Skinner, V.B., Hauser-Davis, R.A., Rocha, R.C., Saint'Pierre, T.D., Valentin, J.L., Cardoso, R.S., 2016. Heavy metal contamination in sandy beach macrofauna communities from the Rio de Janeiro coast, Southeastern Brazil. *Environ.Pollut xxx*, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.053>.
- Carvalho- Neta, R.N.F., Torres- Junior, A.R., Abreu- Silva, A.L., 2012. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). *Appl Biochem Biotechnol.* 166, 1314–1327. DOI:10.1007/s12010-011-9519-1
- Carvalho, S., Ravara, A., Quintino, V., Rodrigues, A.M., 2001. Macrobenthic community characterisation of an estuary from the western coast of Portugal (Sado estuary) prior to dredging operations. *Bol Inst Esp Oceanogr.* 17, 179–190.

- Castro, S.M., Almeida, J.R., 2012. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. *Soc. Nat.* 24, 519–534.<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132012000300011>.
- Ceia, F.R., Patrício, J., Franco, J., Pinto, R., Fernández-Boo., Losi, V., Marques, J.C., Neto, J.M., 2013. Assessment of estuarine macrobenthic assemblages and ecological quality status at a dredging site in a southern Europe estuary. *Ocean Coast Manag.* 72, 80-92. doi:10.1016/j.ocecoaman.2011.07.009.
- Ciszewski, D., Aleksander-Kwaterczak, U., Pocięcha, A., Szarek-Gwiazda, E., Andrzej Waloszek, A., Wilk-Woźniak, E. 2013. Small effects of a large sediment contamination with heavy metals on aquatic organisms in the vicinity of an abandoned lead and zinc mine. *Environ Monit Assess.* 185, 9825–9842. DOI:10.1007/s10661-013-3295-z
- Coelho- Filho, P. & Freitas, T.C.A, 2004. Macrozoobentos da plataforma continental externa e bancos oceânicos do nordeste do Brasil, recolhidos durante a primavera de 2000 pelo programa REVIZEE (Comissão NE IV). *Trop Ocean*, 32, 201-218.
- Cruz-Motta, J.J., Collins, J., 2004. Impacts of dredged material disposal on a tropical soft-bottom benthic assemblage. *Mar. Pollut. Bull.* 48, 270–280. doi:10.1016/j.marpolbul.2003.08.002.
- Dolah, R.F., Calder, D.R., Knott, D.M., 1984. Effects of Dredging and Open-Water Disposal on Benthic Macroinvertebrates in a South Carolina Estuary. *Estuaries*, 7, 28–37.<https://doi.org/10.2307/1351954>
- Egres, A.G., Martins, C.C., Oliveira, V.M., Lana, P.C., 2012. Effects of an experimental in situ diesel oil spill on the benthic community of unvegetated tidal flats in a subtropical estuary (Paranaguá Bay, Brazil). *Mar. Pollut. Bull.* 64, 2681–2691.<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.10.007>
- Ehlers, E. 1868. Die Borstenwürmer (Annelida Chaetopoda) nach systematischen und anatomischen Untersuchungen dargestellt, Erster Band, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 748p.

- España, M.S.A., Rodríguez, E.M.R., ROMERO, C.D. 2005. Sodium, K, Ca, Mg, Fe, Cu, and Zn concentrations in molluscs from the Magellan Strait (Chile): Their contribution to dietary intake. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 56, 337–347. DOI:10.1080/09637480500170598
- Ellis, J.I., Clark, D., Atalah, J., Jiang, W., Taiapa, C., Patterson, M., Sinner, J., Hewitt, J. 2017. Multiple stressor effects on marine infauna: responses of estuarine taxa and functional traits to sedimentation, nutrient and metal loading. *Sci. Rep.* 7, 1-16. doi:10.1038/s41598-017-12323-5
- Faraco, L.F.D.; Lana, P.C. 2003. Response of polychaetes to oil spills in natural and defaunated subtropical mangrove sediments from Paranaguá bay (SE Brazil). *Hydrobiologia*, 496, 321–328. DOI: 10.1007/978-94-017-0655-1\_30
- Fauchald, K., Jumars, P.A., 1979. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanogr Mar Biol.* 17, 193–284.
- Fraschetti, S., Terlizzi, A., Bevilacqua, S., Boero, F., 2006. The distribution of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from micro- to macro-scale: Spatial patterns on habitat-forming algae. *J Exp Mar Bio Ecol.* 339, 148–158. doi:10.1016/j.jembe.2006.07.007
- Froján, C.R.S.B., Cooper, K.M., Bremner, J., Defew, E.C., Wan Hussin, W.M.R., Paterson, D.M., 2011. Assessing the recovery of functional diversity after sustained sediment screening at an aggregate dredging site in the North Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 92, 358-366. doi:10.1016/j.ecss.2011.01.006.
- Fukumoto, M.M. 2007. Determinação da história deposicional recente do Alto Estuário Santista, com base nos teores de metais e na susceptibilidade magnética dos sedimentos. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 123p.
- Gambi, M. C., Conti, G., Bremec, C.S., 1997. Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow soft-bottoms of the Tyrrhenian Sea (Italy). *Sci. Mar.* 26, 1–17. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.1998.62n1-21>

- Gern, F.R., Lana, P.C., 2013. Reciprocal experimental transplantations to assess effects of organic enrichment on the recolonization of benthic macrofauna in a subtropical estuary. *Mar.Pollut. Bull.* 67, 107–120. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.026>
- Gruber, N.L.S., Barboza, E.G., Nicolodi, J.L., 2003. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. *Gravel*, 1, 81–89.
- Hatje, V., Barros, B., Magalhães, W., Riatto, V.B., Amorim, A. N., Figueiredo, M.B., Spanó, S., Cirano, M. 2007. Trace metals and benthic macrofauna distributions in Camamu Bay, Brazil: Sediment quality prior oil and gas exploration. *Mar. Pollut. Bull.* 56, 348–379. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007.10.029
- Hernández-Martínez, A.M., Padrón-Sanz, Torres-Padrón, M.E., Sosa-Ferrera. Z., Santana-Rodríguez, J.J. 2016. Analysis of Ni, Cr, Cu, Pb and Cd in marine bioindicators using mixed-micelles with microwave assisted micellar extraction and GF-AAS. *Analytical Methods*, 1–9.
- Hornig, C.Y., Taghon, G.L., 1999. “Effects of contaminated sediments on particle size selection by the polychaete *Capitella* sp. I.” *J Exp Mar Bio Ecol.* 242, 41–57. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00093-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00093-3)
- Jumars, P.A.; Dorgan, K.M.; Lindsay, S.M. 2015. Diet of Worms Emended: An Update of Polychaete Feeding Guilds. *Ann Rev Mar Sci.* 7, 497–520. DOI:10.1146/annurev-marine-010814-020007
- Katsiaras, N., Simboura, N., Tsangaris, C., Hatzianestis, I., Pavlidou, A., Kapsimalis, V. 2015. Impacts of dredged-material disposal on the coastal soft-bottom macrofauna, Saronikos Gulf, Greece. *Sci. Total Environ.* 508, 320–330. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.085>
- Khedhria, I., Atouia, A., Ibrahima, M., Aflia, A., Aleyab, A., 2016. Assessment of surface sediment dynamics and response of benthic macrofauna assemblages in Boughrara

Lagoon (SW Mediterranean Sea). *Ecol Indic.* 70, 77–88.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.011>.

Knox, G.A., 2001. *The Ecology of Seashores*, 1 Edition. CRC Press, 557 pp.

Lana, P.C., Marone, E., Lopes, R.M., Machado, E.C., 2001. The subtropical estuarine complex of Paranagua Bay, Brazil. *Ecol Stud.* 144, 131-145. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_11)

Levinton, J.S., 2001. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford, Oxford University Press, 420 pp.

Lewis, M.A., Weber, D.E., Stanley, R.S., Moore, J.C., 2001. Dredging impact on an urbanized Florida bayou: effects on benthos and algal-periphyton. *Environ. Pollut.* 115, 161–171. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00118-X)

Linnik, P.M., Zubenko, I.B., 2000. Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds. *Lakes Reserv Res Manag.* 5, 11-21. DOI: 10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x

Lundquist, C.J., Thrush, S.F., Coco, G., Hewitt, J.E., 2010. Interactions between disturbance and dispersal reduce persistence thresholds in a benthic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 413, 217-228. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps08578>

McLachlan, A., Brown, A., 2006. *The Ecology of Sandy Shores*, 2nd edition. Academic Press, 373 pp.

Mendez, N.M., Green-Ruiz, C., 2006. Cadmium and copper effects on larval development and mortality of the polychaeta *Capitella* sp. from Mestero del Yugo, Mazatlan, Mexico. *Water Air Soil Pollut.* 171, 291–299.

- Mulik, J., Sukumaran, S., Srinivas, T., Vijapure, T. 2017. Comparative efficacy of benthic biotic indices in assessing the Ecological Quality Status (EcoQS) of the stressed Ulhas estuary, India. *Mar. Pollut. Bull.* 120, 192-202 DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.05.014
- Newell, R.C., Seiderer, L.J., Hitchcock, D.R., 1998. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanogr Mar Biol.* 36, 127–178.
- Paiva, A.C.G., Coelho, P.A., Torres, M.F.A. 2005. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Arquivos de Ciências Mar*, 38, 85 – 92.
- Ponti, M., Pasteris, A., Guerra, R., Abbiati, M. 2009. Impacts of maintenance channel dredging in a northern Adriatic coastal lagoon. II: Effects on macrobenthic assemblages in channels and ponds. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 85, 143–150. doi:10.1016/j.ecss.2009.06.027.
- Powilleit, M., Kleine, J., Leuchs, H., 2005. Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (Western Baltic Sea). *Mar. Pollut. Bull.* 52, 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.09.037>
- Rehitha, T.V., Ullas, N., Vineetha, G., Benny, P.Y., Madhu, N.V., Revichandran, C., 2017. Impact of maintenance dredging on macrobenthic community structure of a tropical estuary. *Ocean Coast Manage.* 144, 71-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.04.020>
- Sandrini-Neto, L., Lana, P.C., 2012. Distribution patterns of the crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ucididae) at different spatial scales in subtropical mangroves of Paranaguá Bay (southern Brazil). *Helgol Mar Res.* 66, 167–174. DOI 10.1007/s10152-011-0258-z
- Sandrini-Neto, L., Martins, C.C., Lana, P.C., 2016. Are intertidal soft sediment assemblages affected by repeated oil spill events? A field-based experimental approach. *Environ. Pollut.* 213, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.02.014>

- Sandrini-Neto, L., Lana, P.C. 2014. Does mollusc shell debris determine patterns of macrofaunal recolonisation on a tidal flat? Experimental evidence from reciprocal transplantations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 452, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.11.012>
- Schettini, C.A.F., Santos, M.I.F., Abreu, J.G.N., 2002. Observação dos sedimentos de fundo de uma plataforma abrigada sob influência de atividade de dragagem: Saco dos Limões, Florianópolis, sc. *Notas Técnicas FACIMAR*, 6, 165–175.
- Schratzberger, M., Rees, H.L., Boyd, S.E., 2000. Effects of simulated deposition of dredged material on structure of nematode assemblages- the role of burial. *Mar. Biol.* 136, 519–530.
- Siqueira, G.W., Aprile, F.M., 2012. Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica – Brasil. *Acta Amaz.* 42, 259–268.
- Siqueira, G.W., Lima, W.N., Mendes, A.S., Aprile, F.M., Darwich, A.J., 2003. Aspectos hidroquímicos das águas subjacentes à Plataforma Continental do Amazonas entre os Cabos Orange (AP) e Maguari (PA). *B. Lab. Hidro.* 16, 5–20.
- Sola, M.C.R., Paiva, P.C., 2001. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. *Rev. bras. oceanogr.* 49, 137–142.
- Stankovic, S., Kalaba, P., Stankovic, A.R., 2014. Biota as toxic metal indicators. *Environ Chem Lett.* 12, 63–84. DOI: 10.1007/s10311-013-0430-6
- Tahseen, Q. 2012. Nematodes in aquatic environments: adaptations and survival Strategies. *Biodivers J.* 3: 13–40.
- Thrush, S.F., Dayton, P.K., 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 33, 449–473. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150515

- Tsutsumi, H., 1990. Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta; Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 63, 147-156. DOI: 10.3354/meps063147
- Vivan, J.M., Di Domenico, M., Almeida, T.C.M., 2009. Effects of dredged material disposal on benthic macrofauna near Itajaí Harbour (Santa Catarina, South Brazil). *Ecol Eng.* 35, 1435–1443. doi:10.1016/j.ecoleng.2009.06.005.
- Witt, J., Schroeder, A., Knust, R., Arntz, W.E., 2004. The impact of harbour sludge disposal on benthic macrofauna communities in the Weser Estuary. *Helgol Mar Res.* 58, 117–128.
- Xu, K., Sanger, D., Riekerk, G., Crowe, S., Dolah, R.F.V., Wren, P.A., Ma, Y., 2014. Seabed texture and composition changes offshore of Port Royal Sound, South Carolina before and after the dredging for beach nourishment. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 149, 57-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2014.07.012>.
- Zhang, J., Liu, C. L., 2002. Riverine Composition and Estuarine Geochemistry of Particulate Metals in China-Weathering Features, Anthropogenic Impact and Chemical Fluxes. *Estuar Coast Shelf Sci* 54, 1051-1070. <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0879>

## NORMAS DA REVISTA

### ➤ **Marine Pollution Bulletin**

#### ***Submissões***

A Submissão a esta revista procede totalmente on-line e você será guiado passo a passo através da criação e upload de seus arquivos. O sistema converte automaticamente os arquivos em um único arquivo PDF, que é usado no processo de revisão por pares. Como parte do seu papel Seu serviço Way, você pode optar por enviar o seu manuscrito como um único arquivo a ser utilizado no processo de arbitragem. Isso pode ser um arquivo PDF ou um documento do Word, em qualquer formato ou layout que pode ser usado pelos árbitros para avaliar o seu manuscrito. Ele deve conter figuras de qualidade suficientemente elevadas para arbitragem. Se preferir fazê-lo, você ainda pode fornecer todos ou alguns dos arquivos de origem na apresentação inicial. Por favor, note que os arquivos de figura individual maior do que 10 MB devem ser enviados separadamente.

#### ***Referências***

Não há exigências rígidas sobre referência de formatação na submissão. As referências podem ser em qualquer estilo ou formato, desde que o modelo seja consistente. Se for caso disso, o autor (s) nome (s), título da revista / título do livro, título do capítulo / título do artigo, ano de publicação, número do volume / capítulo delivro e a paginação deve estar presente. Uso de DOI é altamente incentivado. O estilo de referência utilizado pela revista será aplicada ao artigo aceito pela Elsevier na fase de prova. Note-se que os dados em falta serão destacados na fase de prova para o autor para corrigir.

#### ***Requisitos de formatação***

Não há requisitos de formatação rigorosos, mas todos os manuscritos devem conter os elementos essenciais necessários para transmitir o seu manuscrito, por exemplo, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Conclusões, arte e quadros com legendas. Se o seu artigo inclui nenhum vídeo e / ou outro material suplementar, isto deve ser incluído na sua apresentação inicial para fins de revisão de pares. Divida o artigo em seções bem definidas.

#### ***Abstract***

Os resumos não devem exceder 150 palavras.

### ***Palavras-chave***

Imediatamente após o resumo, fornecer um máximo de 6 palavras-chave, usando a ortografia americana e evitando termos gerais e plurais e diversos conceitos (evitar, por exemplo, "e", "de"). Quando pertinente estes devem incluir as principais espécie sem causa, a área geográfica e do contaminante. Ser poupadores com abreviaturas: apenas abreviaturas firmemente estabelecidas no campo podem ser elegíveis. Essas palavras-chave serão utilizadas para fins de indexação..

### ***Versões revistas***

Mantenha o layout do texto o mais simples possível. A maioria dos códigos de formatação vai ser removido e substituído no processamento do artigo. O texto eletrônico deve ser preparado de uma forma muito semelhante à de manuscritos convencionais (ver também o Guide to Publishing com a Elsevier). Veja também a seção sobre arte eletrônica.

Para evitar erros desnecessários, são aconselhados a usar as funções de 'verificação ortográfica' e 'gramática-Check' de seu processador de texto.

- Título. Conciso e informativo. Títulos são frequentemente utilizados em sistemas de recuperação de informação. Evite abreviações e fórmulas sempre que possível.
- Os nomes dos autores e afiliações. Por favor, indicar claramente o nome dado (s) e nome (s) da família de cada autor e verificar que todos os nomes estão escritos com precisão. Apresentar endereços de afiliação dos autores (onde o trabalho real foi feito) abaixo os nomes. Indique todas as afiliações com uma carta de expoente minúsculas imediatamente após o nome do autor e em frente ao endereço apropriado. Fornecer o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se disponível, o endereço de cada autor e-mail.
- Autor correspondente. Indique claramente quem vai lidar com a correspondência em todas as fases de arbitragem e publicação, também pós-publicação. Certifique-se de que o endereço de e-mail é dado e que os detalhes de contato são mantidos atualizados pelo autor correspondente.
- Endereço Present / permanente. Se um autor mudou desde o trabalho descrito no artigo foi feito, ou estava visitando no momento, um "endereço Present" (ou "endereço permanente") pode ser indicada como uma nota de rodapé do nome desse autor. O endereço em que o autor realmente fez o trabalho deve ser mantido como o principal, endereço de filiados. Algarismos arábicos sobrescritos são usados para tais notas de rodapé.

### ***Resumo***

Um resumo conciso e factual é obrigatório. O resumo deve indicar brevemente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e as principais conclusões. Um resumo é frequentemente apresentado separadamente do artigo, por isso deve ser capaz de ficar sozinho. Por este motivo, as referências devem ser evitadas, mas, se necessário, cite o (s) autor (es) e ano (s). Além disso, as abreviaturas não-padrão ou incomum devem ser evitadas, mas, se essenciais, elas devem ser definidas em sua primeira menção no próprio resumo.

### ***Destaques***

Os destaques são obrigatórios para esta revista. Eles consistem em uma pequena coleção de pontos de bala que transmitem os principais achados do artigo e devem ser enviados em um arquivo editável separado no sistema de submissão online. Use "Destaques" no nome do arquivo e inclua 3 a 5 pontos de bala (máximo de 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto de bala). Você pode ver exemplos de destaques em nosso site de informações.

### **Obra de arte**

#### ***Artefatos eletrônicos***

##### *Pontos gerais*

- Certifique-se de usar letras uniformes e dimensionamento de suas obras de arte originais.
- Fontes preferidas: Arial (ou Helvetica), Times New Roman (ou Times), Symbol, Courier.
- Numerar as ilustrações de acordo com sua sequência no texto.
- Use uma convenção de nomeação lógica para seus arquivos de artefatos.
- Indique por figura se for uma imagem de montagem única, 1,5 ou 2 colunas.
- Somente para submissões do Word, você ainda pode fornecer figuras e suas legendas e tabelas dentro de um único arquivo na fase de revisão.
- Tenha em atenção que os arquivos de figuras individuais maiores que 10 MB devem ser fornecidos em arquivos de origem separados.

#### ***Formatos***

Independentemente do aplicativo usado, quando sua obra de arte eletrônica for finalizada, "salve como" ou converta as imagens em um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linha, meio-tom e combinações de linha / meio-tom fornecidos abaixo):

EPS (ou PDF): desenhos vetoriais. Incorporar a fonte ou salvar o texto como "gráficos".

TIFF (ou JPG): fotografias em cores ou em tons de cinza (meio-tom): use sempre um mínimo de 300 dpi.

TIFF (ou JPG): Desenhos de linhas bitmap: use um mínimo de 1000 dpi.

TIFF (ou JPG): Combinações de linha de bitmap / meio tom (cor ou escala de cinza): é necessário um mínimo de 500 dpi.

## **Referências**

### ***Citação***

***no***

***texto***

Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estão presentes na lista de referência (e vice-versa). Qualquer referência citada no resumo deve ser dada na íntegra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referência, mas podem ser mencionados no texto. Se essas referências estiverem incluídas na lista de referência, elas devem seguir o estilo de referência padrão do jornal e devem incluir uma substituição da data de publicação com "Resultados não publicados" ou "Comunicação pessoal". A citação de uma referência como "na imprensa" implica que o item foi aceito para publicação.

### ***Formatação***

***de***

***referência***

Não há requisitos rigorosos na formatação de referência na submissão. As referências podem ser em qualquer estilo ou formato, desde que o estilo seja consistente. Quando aplicável, o (s) nome (s) do autor, título do diário / título do livro, título do capítulo / título do artigo, ano de publicação, número do volume / capítulo do livro e a paginação devem estar presentes. O uso do DOI é altamente encorajado. O estilo de referência usado pelo jornal será aplicado ao artigo aceito pela Elsevier na prova.

## 2.2 *Cossura* sp. nov. (Cossuridae, Annelida) de um estuário brasileiro tropical<sup>2</sup>

LORENA KARINE SANTOS SOUSA<sup>1\*</sup>, MIODELI NOGUEIRA JÚNIOR<sup>2</sup>, MARCO VALÉRIO JANSEN CUTRIM<sup>1</sup> & VERÔNICA MARIA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão. Avenida dos Portugueses, s/n. Cidade Universitária Dom Delgado. CEP: 65080-805. E-mails: [lorenakarine.ss@gmail.com](mailto:lorenakarine.ss@gmail.com); [marco.cutrim@ufma.br](mailto:marco.cutrim@ufma.br); <sup>2</sup>Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil. E-mail: [miodeli@gmail.com](mailto:miodeli@gmail.com). <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Tiritical, CEP: 65055-970, São Luís-MA, Brasil. E-mail: [oliveira.veronica@gmail.com](mailto:oliveira.veronica@gmail.com).

\*Autor Correspondente: Lorena Karine Santos Sousa  
E-mail: [lorenakarine.ss@gmail.com](mailto:lorenakarine.ss@gmail.com)

### Resumo

A família Cossuridae é monogênerica para *Cossura* Webster e Benedict, 1887, que atualmente tem 28 espécies conhecidas, três das quais já registradas na costa brasileira. No presente estudo descrevemos *Cossura* sp. nov. aumentando para 29 o número de espécies conhecidas de Cossuridae. Encontramos e analisamos 60 indivíduos de *Cossura* sp. nov. do complexo estuarino de São Marcos ao redor do Porto de São Luís (Maranhão, Brasil). Difere de outras espécies do gênero principalmente pelo filamento branquial na região mediana do terceiro setígero e pela presença de dois tipos de cerdas lisas, curtas e longas. *Cossura* sp. nov. tem sete cerdas notopodiais e cinco cerdas neuropodiais no 5º parapódio; nove cerdas notopodiais e sete neuropodiais no 20º parapódio; cinco cerdas neuropodiais e seis notopodiais no 43º parapódio. Pigídio possui três cirros anais longos, atingindo o quarto segmento posterior.

**Palavras-chave:** taxonomia, morfologia, poliquetos, Brasil, tropical.

### Introdução

Cossuridae Day 1963 é uma pequena família de poliquetos com 28 espécies conhecidas, todas colocadas no gênero *Cossura* Webster & Benedict, 1887 (Read & Bellan 2017). O gênero era monotípico para *Cossura longocirrata* Webster & Benedict, 1887 até 1955, quando *Cossura*

<sup>2</sup> Este artigo foi submetido à revista Zootaxa, qualis B1 na área de Geociências.

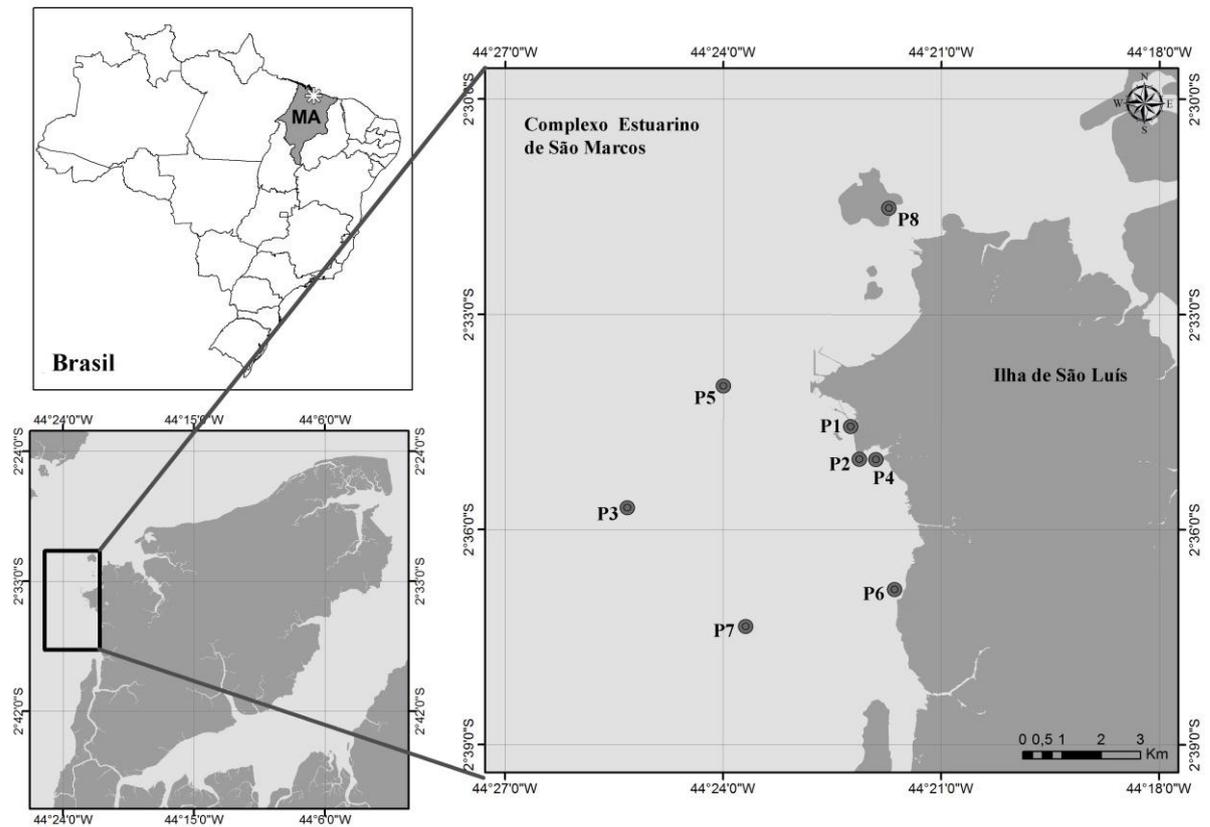
*candida* Hartman, 1955 foi descrita. Este gênero foi anteriormente atribuído à família Cirratulidae até o estabelecimento da família Cossuridae em 1963 (Day 1963; Read 2000). Posteriormente foram propostos dois outros gêneros dentro de Cossuridae para incluir as espécies com espinhos nos setígeros abdominais em vez decerdas capilares (Ewing 1987), *Cossurella* Hartman, 1976 e *Heterocossura* Wu & Chen, 1977, ambos atualmente considerados sinônimos de *Cossura* (Read & Bellan 2017).

O corpo é regionalizado em tórax e abdômen, prostômio cônico ou arredondo, sem apêndices ou com chifres na região lateral do prostômio (Liñero-Arana and Díaz-Díaz, 2010, Jumars et al., 2015) e geralmente sem olhos. Primeir setígero um unirreme e os demais ao longo do corpo são birremes (Hilbig, 1996). Um filamento branquial longo na região dorsal. Cerdas simples, que podem ser lisas ou ter as margens exteriores com spinulosa. Pigídio com cirros anais de forma e comprimento variáveis (Ewing, 1984). Os caracteres mais utilizados para distinguir as diferentes espécies do gênero são as formas do prostômio, o setígero em que o filamento branquial aparece pela primeira vez, os tipos de cerdas e estruturas pigídiais (Fournier & Petersen, 1991). Esses poliquetas habitam tipicamente sedimentos marinhos arenosos ou lamacentos, em águas rasas ou profundas (Zhadan 2015), são alimentadores de depósito de superfície não seletivos, usando seus tentáculos orais para realizá-lo (Jumars et al., 2015).

Foram registradas nove espécies do gênero na América do Sul, três delas no Brasil (Amaral et al., 2013). No entanto, a maioria dos estudos é da costa sul e sudeste do Brasil, onde estão os grupos de pesquisa historicamente consolidados (por exemplo, Lana et al., 2017), e o estuário tropical do Brasil, apresenta uma diversidade potencialmente muito alta, sendo amplamente inexplorado. No presente estudo descrevemos uma nova espécie, *Cossura* sp. nov. do estuário tropical brasileiro.

## **Material e métodos**

**Amostragem do material biológico.** As amostras bênticas foram coletadas em 28 de outubro de 2014 no canal da Baía de São Marcos do Maranhão em áreas sob influência de atividades de dragagem (Fig. 1). Todas as estações tinham sedimentos lamacentos não consolidados e ca. 20 m de profundidade. Em cada estação, o material bêntico foi amostrado com uma armadilha van Veen de 20 L e fixado em formalina a 4%. No laboratório, o material foi peneirado (0,5 mm) e analisado sob estereomicroscópio.



**FIGURA1.** Locais de coleta no nordeste do Brasil do Complexo Portuário de São Luís no Estado do Maranhão.

**Preparação e identificação do material coletado.** As lâminas foram montadas para observações mais detalhadas da morfologia dos parapódios e cerdas. Os espécimes foram identificados usando microscópios estereoscópicos e ópticos. As descrições foram preparadas seguindo a morfologia corporal externa, como prostômio, posição da brânquia, parapódios, cerdas e cirro anal. As medidas de largura incluíam apenas parapódios, sem considerar as cerdas. Para melhorar o contraste ao verificar papilas, o corante Shirlastain foi usado. As fotografias foram realizadas usando o software Axion vision 4.8 da Zeiss para os microscópios estereoscópicos e ópticos. Os parapódios foram limpos e fixados em uma fita dupla de carbono e examinadas em um microscópio eletrônico de varredura (Microscopia eletrônica Hithachi TM-3030 da Universidade Federal do Maranhão). O material tipo foi depositado na Coleção de Invertebrados Paulo Young (CIPY) da Universidade Federal da Paraíba.

Família: COSSURIDAE

Gênero: *Cossura* Webster & Benedict, 1887

***Cossura* sp. nov.**

Figs 1 – x

**Holótipo.** Baía de São Marcos, São Luís do Maranhão, Brasil, 2°30.0'S 44°27.0'W, 20 m, 28 Out. 2014 (LIPY–X).

**Parátipos.** Total de 59 parátipos examinados, comprimento variando de 2.0 a 10.0 mm e número de segmentos variando de 23 a 80. Coletados na Baía de São Marcos, complexo portuário de São Luís do Maranhão, Brasil, 2°30.0'S 44°27.0'W, 20 m de profundidade, 28 Out. 2014 (LIPY–X).

**Diagnose.** Dois pares de órgãos nucais nas margens laterais do peristômio. Dois tipos de cerdas capilares lisas, com feixes curtos e longos em ambos os ramos de parapódio. O número de cerdas difere pelo corpo: 5° parapódio com 7 cerdas notopodiais e 5 neuropodiais; 20° parapódio com 9 cerdas notopodiais e 7 neuropodiais; 43° parapódio com 5 cerdas notopodiais e 6 neuropodiais.

**Descrição.** O Holótipo é espécime completo com 79 segmentos, 10 mm de comprimento e 0,5 mm de largura. Corpo alongado e cilíndrico, com extremidade posterior afilada (Fig. 2A). Prostômio cônico mais longo do que largo ligeiramente achatado dorsoventralmente; geralmente com uma dobra dorsal pronunciada, sem olhos (Figs. 2B; 3A–D). Dois pares de órgãos nucais presentes na margem lateral do peristômio (Fig. 2C). O prostômio e o peristômio com sulcos subdividindo sua borda não são claros (Fig. 3C–D). Peristômio com sulco bem desenvolvido e o segmento posterior é claramente mais curto do que o peristômio. Probóscide invertida com tentáculos observados por dissecação. Corpo dividido em tórax e abdômen, com borda que divide a região torácica (Fig. 2C) A região torácica atinge o 28° segmento e tem inflações glandulares divididas pelo sulco dorsal; suas bordas são perpendiculares ao eixo do corpo; é dorsoventralmente achatada e mais rígida que o abdome. Filamento branquial mediana anelado surgindo no dorso do terceiro segmento, ultrapassando o comprimento do corpo (Figura 2A–B). Parapódio rudimentar e sem grande variação, com acícula ausente por todo o corpo. Primeiro setígero com parapódio unirreme e demais

setígeros com parapódios birremes. Todos os parapódios são similares em ambos os ramos e estão posicionados lateralmente em cada segmento. Os lóbulos parapodiais estão ausentes, consequentemente as cerdas saem da parede corporal. Dois tipos de cerdas capilares lisas, curtas ou longas e curvas; as cerdas curtas ultrapassam a metade do comprimento das cerdas longas (Figs. 4A–D; 5A–D). Os mesmos dois tipos de cerdas ocorrem no tórax e no abdômen e nos neuropódios e notopódios, com predomínio de cerdas longas nos notopódios. A quantidade de cerdas por segmento varia entre as diferentes regiões do corpo: 5º parapódio contém 7 cerdas notopodiais e 5 neuropodiais; 20º parapódio com 9 cerdas notopodiais e 7 neuropodiais; 43º parapódio com 5 cerdas notopodiais e 6 neuropodiais (Fig 4A–D). Pigídio com 3 cirros anais longos, alcançando 4 segmentos posterior (Fig. 5D).

**Coloração.** Os espécimes preservados são opacos.

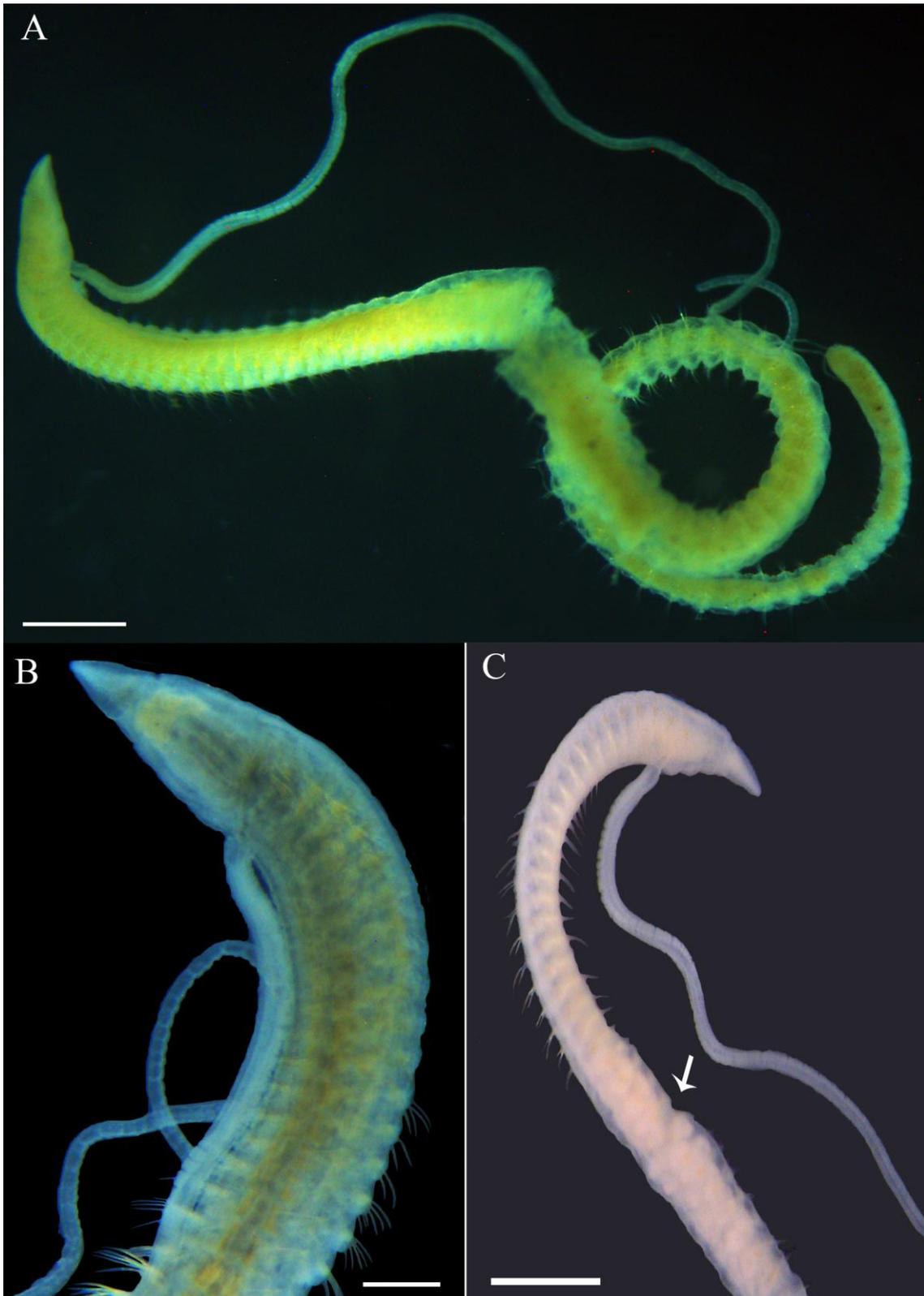
**Habitat.** Sedimentos inconsolidados com predomínio de silte, argila e areia fina.

**Distribuição geográfica.** Oceano Atlântico, São Luís na Baía de São Marcos, Maranhão Brasil

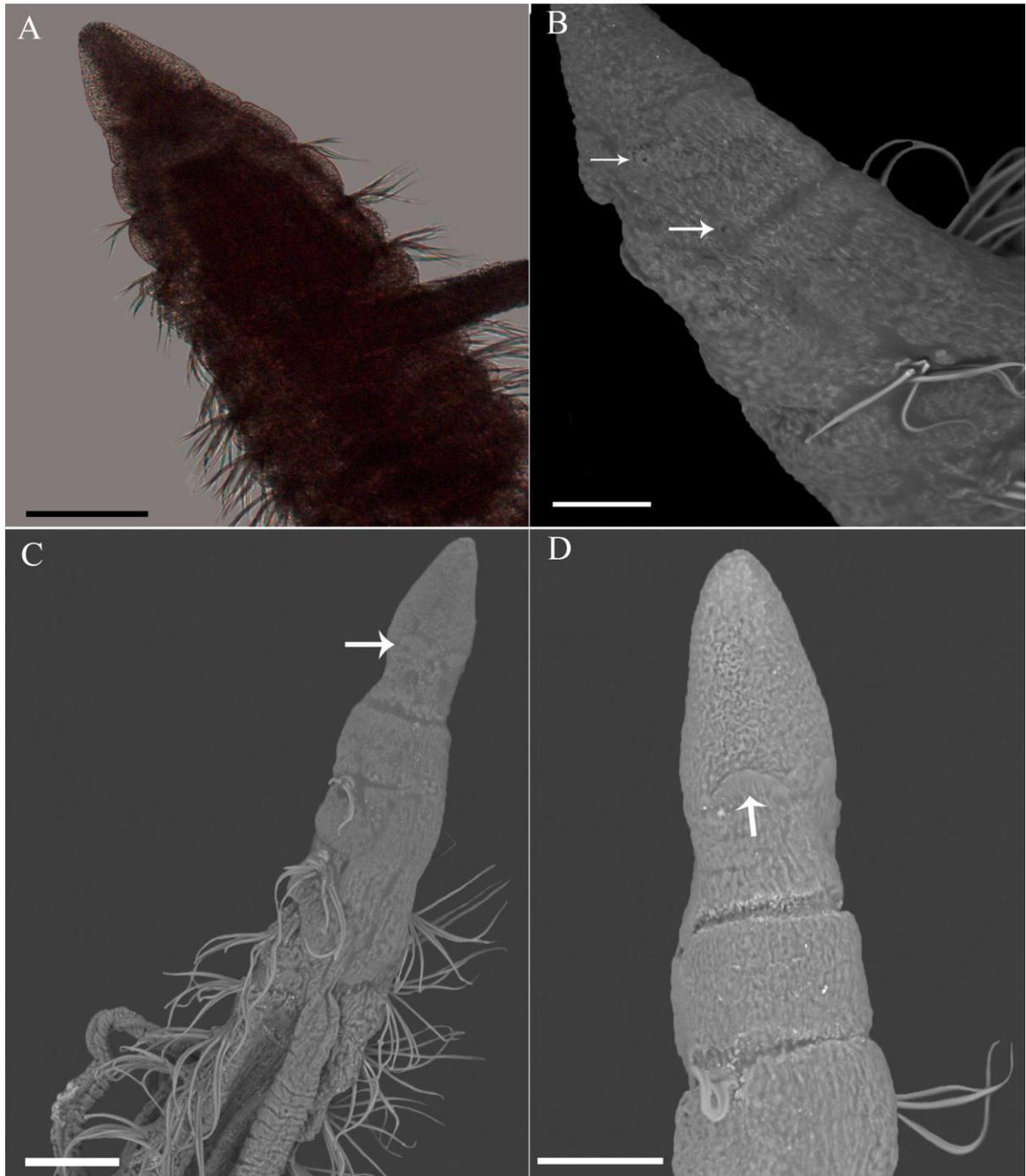
**Etimologia.** O nome da espécie é derivado da dupla de palavras latinas *lenis* (liso) e *chaetae* (cerdas lisas).

**Observações.** A maioria das espécies de Cossuridae tem prostômio cônico, assim como *Cossura* sp. nov., embora em alguns o prostômio possa ser mais arredondado (Zhadan, 2015). As exceções são *Cossura ginesi* Liñero-Arana & Díaz-Díaz, 2010, com chifres laterais bem desenvolvidos no prostômio e *Cossura rostrata*, com prostômio mais largo do que longo (Liñero-Arana & Díaz-Díaz 2010). O primeiro parapódio é unirreme enquanto todos os outros são birremes em *Cossura* sp. nov. o que é semelhante aos demais Cossuridas. *Cossura* sp. nov. tem o filamento branquial na região mediana do terceiro setígero, diferindo de *Cossura laeviseta* Hartmann-Schröder, 1962, *Cossura chilensis* Hartmann-Schröder, 1965, *Cossura abyssalis* Hartman, 1967, *Cossura sima*, Fauchald, 1972, *Cossura dayi*, Hartman, 1976, *Cossura duplex* Tamai, 1986, *Cossura consimilis* Read, 2000 dos oceanos Atlântico e Pacífico, com filamento branquial na região anterior do terceiro setígero (Reish 1958; Read 2000); difere também de *Cossura soyeri* Laubier, 1974, *Cossura heterochaeta* Orensanz, 1976, *C. longocirrata*, *Cossura ginesi* Liñero-Arana e Díaz-Díaz, 2010, *Cossura*

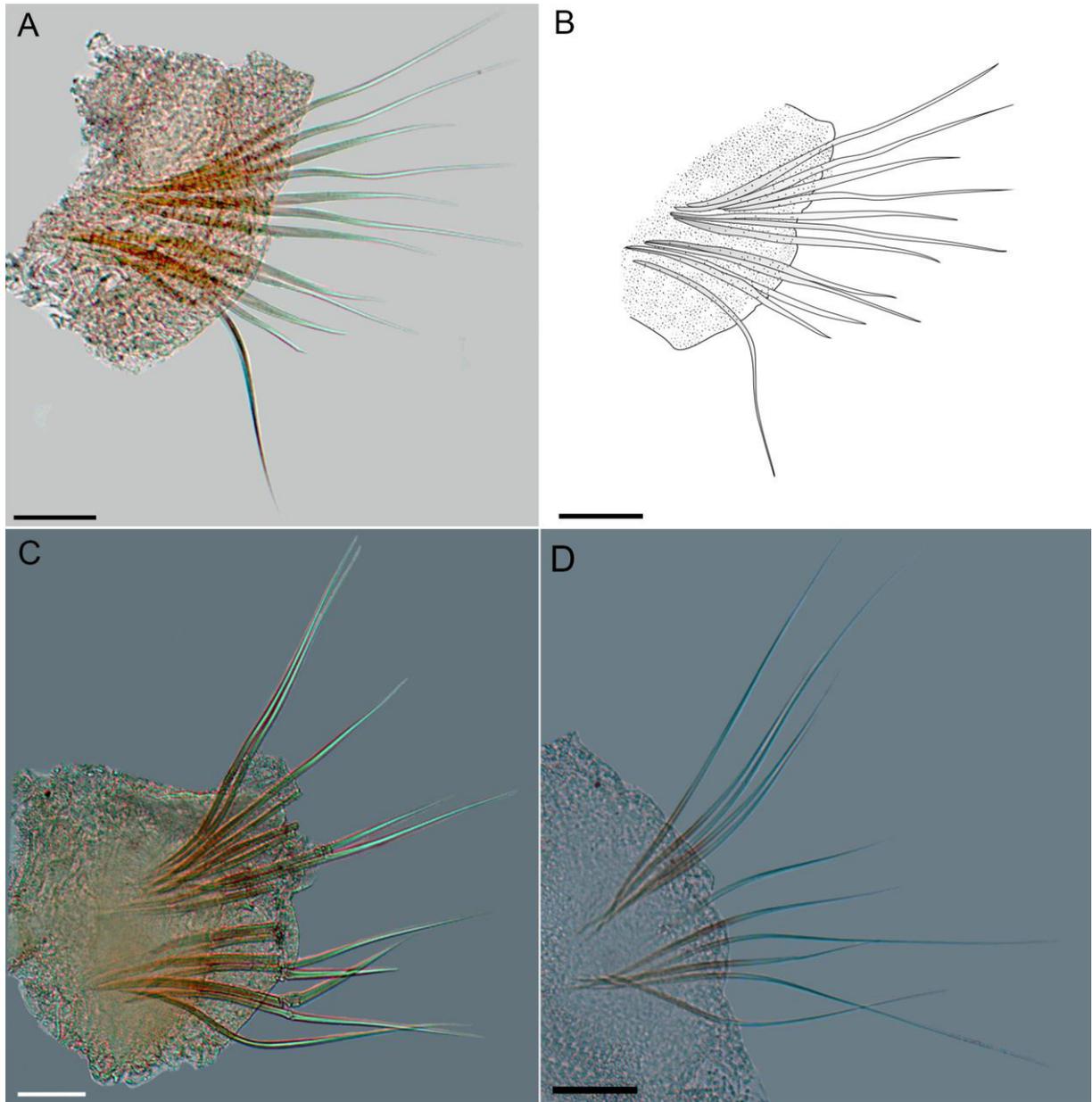
*pygodactylata* Jones, 1956 e *Cossura flabelligera* Zhadan, 2017, todos com brânquia no segundo setígero ( Bachelet e Laubier, 1994) e de *Cossura alba* Hartman, 1967, *Cossura dimorpha* (Hartman, 1976), *Cossura modica* Fauchald e Hancock, 1981 e *Cossura pettiboneae* (Ewing, 1987) com brânquia no quarto setígero (Read, 2000). *Cossura* sp. nov. possui dois tipos de cerdas capilares lisas, diferindo de *Cossura delta* Reish, 1958 que também possui dois tipos de cerdas, uma cerda denticulada simples na borda externa e cerdas limbadas restrita aos segmentos neuropodiais anteriores (Reish, 1958) e, portanto, bastante distinto de todas as outras espécies de *Cossura*, por exemplo: em *C. rostrata*, *C. brunnea* e *C. ginesi* as cerdas são espessas, cônicas e curvadas (Liñero-Arana e Díaz-Díaz 2010); *C. heterochaeta* tem as cerdas aciculares com as pontas curvas apenas no neuropódio anterior (Orensanz, 1976). Semelhante à maioria das outras espécies da família, *Cossura* sp. nov. possui três cirros anais longos, um ventral e dois dorsais, atingindo o quarto segmento posterior. Isto é diferente de *C. brunnea* com cirro anal superando o quarto segmento posterior (Egremy-Valdez 2009), de *C. pygodactylata* com cirro anal com lobos digitados em ambos os lados do pigídio (Bachelet & Laubier 1994, Zhadan et al., 2012), de *Cossura coasta* Kitamori, 1960 e *C. laeviseta* que têm cirro anal ramificado, e de *Cossura pseudakaina* Ewing, 1987 com papilas pigidais e um único cirro anal curto (Read, 2000).



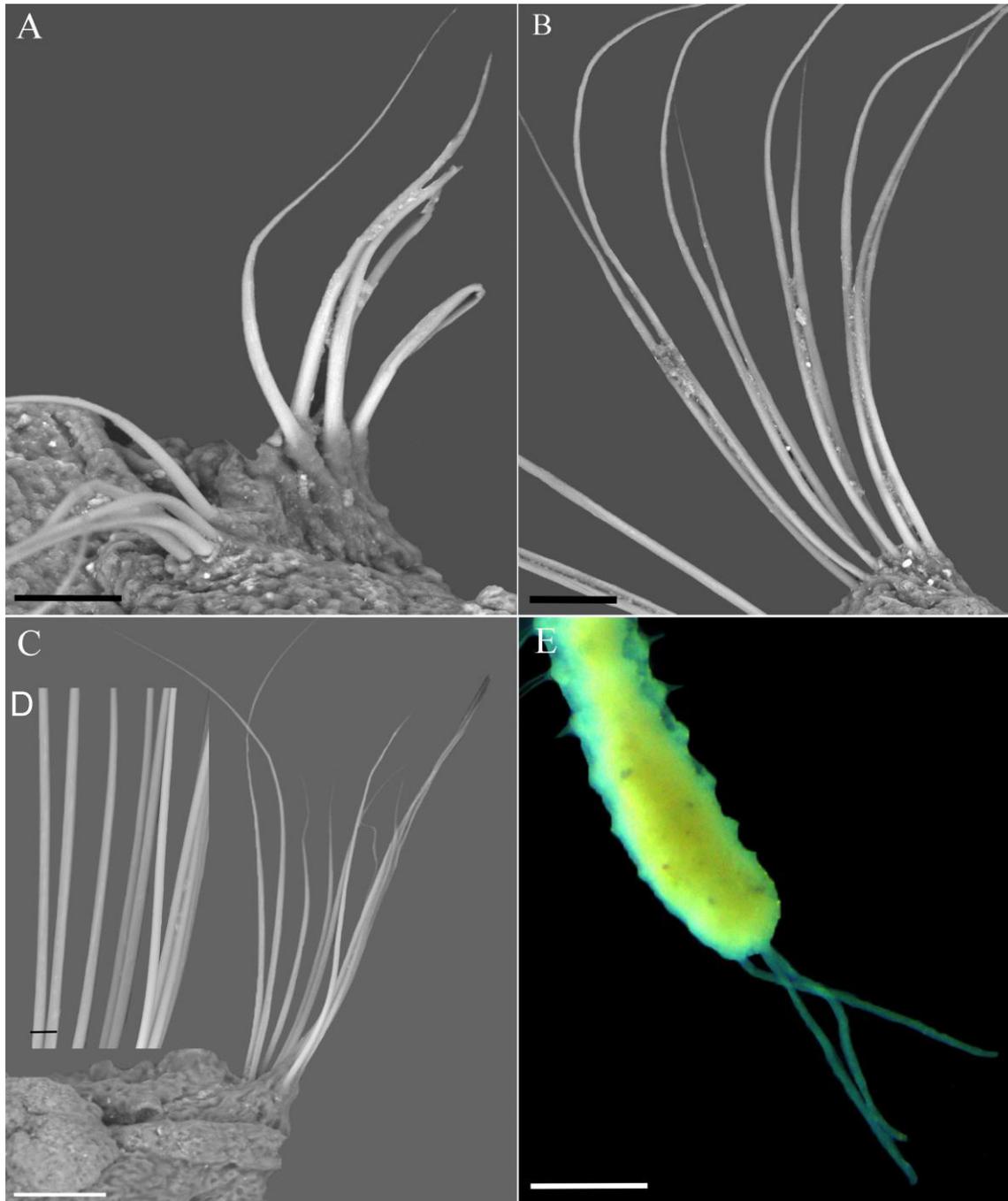
**FIGURA 2.** *Cossura* sp. nov. A – Visão geral de um parátipo. B – Visão anterior; C - Limite dividindo a região torácica do abdômen (seta). Escalas: A = 0.5 mm; B = 0.2 mm; C = 0.5mm.



**FIGURA 3.** *Cossura lenischaetae* sp. nov. A - visão anterior de um parátipo. B - Dois órgãos nucais laterais (setas). C - D - O prostômio e peristômio com sulcos subdividindo (setas). Escalas: A = 0,2 mm; B = 0,4 mm; C - D = 0,3 mm.



**FIGURA 4.** *Cossura* sp. nov. parapódio de um parátipo. A —Parapódio 5; B—Parapódio 20; C—Parapódio 43; C— cerdas longas e curtas (curta seria cerca de 75% do comprimento das longas). Escalas: A, D = 0.1 mm; B–C= 0.05 mm.



**FIGURA 5.** *Cossura* sp. nov. A - Parapódio 5, B – Parapódio 20. C - Microscopia eletrônica de varredura das cerdas do parapódio 43; D – Cerdas lisas e E - Pigídio com cirros anais. Escalas: A – B = 0,02 mm; C = 0,1 mm; D = 0,06 mm; E = 0,4 mm.

### Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós- Graduação em Oceanografia pela formação. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES pela concessão da bolsa de estudo. O Laboratório de Ficologia pelo suporte

de laboratório e ao Edilausson Moreno Carvalho e José Bauer pelo auxílio com as fotomicrografias de varredura e a todos que colaboraram com a elaboração do artigo.

## Referências

- Amaral, A.C.Z., Nallin, S.A.H., Steiner, T.M., Forroni, T.O. & Gomes Filho, D. (2013). Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil. Available from [http://www.ib.unicamp.br/museu\\_zoologia/files/lab\\_museu\\_zoologia/Catalogo\\_Polychaeta\\_Amaral\\_et\\_al\\_2012.pdf](http://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/files/lab_museu_zoologia/Catalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf) (accessed 10 November 2017).
- Bachelet, G. & Laubier, L. (1994). Morphology, ecology and juvenile development of *Cossura pygodactylata* Jones (Polychaeta: Cossuridae) in Arcachon Bay, SW France, with a reassessment of the geographical distribution of *C. pygodactylata* and *C. soyeri* Laubier. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris 162, 355–369.
- Day, J.H. (1963). The Polychaete fauna of South Africa. Part 8: New species and records from grab samples and dredgings. *Bulletin of the British Museum Natural History, Ser. Zoology*, 10, 383-445.
- Egremy-Valdez, A. (2009). Cossuridae Day, 1963. In: de León-González, J.A, Bastida-Zavala, J.R., Carrera-Parra, L.F., García-Garza, M.E., Peña-Rivera, A., Salazar-Vallejo, S.I., & Solís-Weiss, V. (Eds). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, 737 pp.
- Ewing, R.M. (1987). Review of the genus *Cossurella* (Polychaeta: Cossuridae) including descriptions of two new species and a key to the species of the world. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 7, 3–10.
- Fauchald, K. & Jumars, P.A. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology*, 17,193–284.
- Fauchald, K. (1972). *Benthic polychaetous annelids from deep water off western Mexico and adjacent areas in the eastern Pacific Ocean*. Allan Hancock Foundation, Los Angeles, California, 561 pp.
- Fournier, J.A. & Petersen, M. (1991). *Cossura longocirrata*: Redescription and Distribution with Notes on Reproductive Biology and a Comparison of Described Species of *Cossura* (Polychaeta: Cossuridae). *Ophelia International Journal of Marine Biology*, 5, 63-80.
- Gardiner, S.L. & Wilson-Jr, W.H. (1977). New records of polychaete annelids from North Carolina with the description of a new species of *Sphaerosyllis* (Syllidae). *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 93,159-172.

- Liñero-Arana, I. & Díaz-Díaz, Ó. (2010). A new species of Cossuridae (Annelida: Polychaeta) from Venezuela. *Interciência* 35, 789–792.
- Orensanz, J.M. (1976). Los anélidos poliquetos de la provincia biogeográfica Argentina. IX. Poecilochaetidae y Cossuridae. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 10, 3–8.
- Read, G.B. (2000). Taxonomy and distribution of a new *Cossura* species (Annelida: Polychaeta: Cossuridae) from New Zealand. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113, 1096–1110.
- Reish, D.J. (1958). Description of a new species of *Cossura* (Annelida: Polychaeta) from the Mississippi Delta. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 48, 53–55.
- Rouse, G.W. & Pleijel, F. (2001). *Polychaetas*. Oxford University press, New York, 347 pp.
- Soto, E.H. & Lemus, D. (2016). Nueva descripción de *Cossura chilensis* Hartmann-Schröder, 1965 (Polychaeta: Cossuridae), de la Bahía de Valparaíso, Chile central con notas de su ecología. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51, 609–620.
- Uebelacker, J. M. & Johnson, P. G. (1984). *Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico*. Minerals Management Service Gulf of Mexico Regional Office, Metairie, Louisiana 44 pp.
- World Register of Marine Species (2017). WoRMS Taxon list. Available from <http://www.marinespecies.org/index.php> (accessed 10 November 2017).
- Zhadan, A. (2015). Cossuridae (Annelida: Polychaeta: Sedentaria) from Australian and adjacent waters: the first faunistic survey. *Records of the Australian Museum*, 67, 1–24. <http://dx.doi.org/10.3853/j.2201-4349.67.2015.1639>
- Zhadan, A. E., Vortsepneva, E.V. & Tzetlin, A. B. (2012). Redescription and biology of *Cossura pygodactylata* Jones, 1956 (Polychaeta: Cossuridae) in the White Sea. *Invertebrate Zoology*, 9, 115–125.

## NORMAS DA REVISTA

### ➤ Zootaxa

#### Preparação de manuscritos

1) *Geral*. Todos os artigos devem estar em inglês. Os autores cujo idioma nativo não é inglês são encorajados a ter seus manuscritos lidos por um colega nativo de língua inglesa antes da submissão. A nomenclatura deve estar de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (4ª edição de 1999), que entrou em vigor em 1 de janeiro de 2000. O (s) nome (s) de espécies devem ser fornecidos quando o nome científico de qualquer espécie animal é mencionado pela primeira vez (o ano de publicação não precisa ser dado, se você o entregar, então forneça uma referência completa desta na lista de referência). Os autores de nomes de espécies de plantas não precisam ser dados. Devem ser utilizados sistemas métricos. Se possível, use a fonte comum Times New Roman e use a menor formatação possível (use apenas **negrito** e *itálico* quando necessário e indenções de parágrafos, exceto o primeiro). Símbolos especiais (por exemplo, sinal masculino ou feminino) devem ser evitados porque provavelmente serão alterados quando os arquivos são lidos em diferentes máquinas (Mac versus PC com diferentes sistemas de idiomas). Você pode codificá-los como m # e f #, que podem ser substituídos durante a configuração da página. O estilo de cada autor é geralmente respeitado, mas eles devem seguir as seguintes diretrizes gerais.

2) O **título** deve ser conciso e informativo. Os taxa superiores que contêm os taxa tratados no artigo devem ser indicados entre parênteses: por exemplo, uma revisão taxonômica do gênero *Aus* (Ordem: família).

3) O **nome (s) de todos os autores** do artigo deve ser dado e deve ser digitado em maiúsculas (por exemplo, ADAM SMITH, BRIAN SMITH e CAROL SMITH). O endereço de cada autor deve ser indicado em *itálico*, cada um iniciando uma linha separada. O endereço de e-mail deve ser fornecido se disponível.

4) O **resumo** deve ser conciso e informativo. Quaisquer novos nomes ou combinações novas propostas no documento devem ser mencionadas. Os resumos em outras línguas também podem ser incluídos além do resumo em inglês. O resumo deve ser seguido por uma lista

de **palavras-chave** que não estão presentes no título. Abstratos e palavras-chave não são necessários em correspondência curta.

5) O arranjo do **texto principal** varia com diferentes tipos de documentos (uma revisão taxonômica, uma análise de caracteres e filogenia, um catálogo, etc.), mas geralmente deve começar com uma **introdução** e terminar com uma lista de **referências**. As referências devem ser citadas no texto como Smith (1999), Smith & Smith (2000) ou Smith *et al.* (2001) (3 ou mais autores) ou, alternativamente, entre parênteses (Smith, 1999; Smith & Smith 2000; Smith *et al.*, 2001). Toda a literatura citada no texto deve ser listada nas referências no seguinte formato (veja uma [página de exemplo aqui](#) em PDF).

A) **Diário** :

Smith, A. (1999) Título do documento. *Título do jornal no total*, número de volume, intervalo de páginas.

B) **Capítulo do livro** :

Smith, A. & Smith, B. (2000) Título do Capítulo. *Em* : Smith, A, Smith, B. & Smith, C. (Eds), *Título do livro*. Nome e localização do editor, pp. X-y.

C) **Livro** :

Smith, A., Smith, B. & Smith, C. (2001) *Título do livro*. Nome e localização do editor, xyz pp.

D) **Recursos da Internet**

Autor (2002) Título do site, banco de dados ou outros recursos, nome do editor e localização (se indicado), número de páginas (se conhecido). Disponível em: <http://xxx.xxx.xxx/> (Data de acesso).

Dissertações resultantes de estudos de pós-graduação e procedimentos não-em série de conferências / simpósios devem ser tratados como livros e citados como tal. Os documentos não citados não devem ser listados nas referências.

Observe que:

- (1) títulos de periódicos devem ser escritos na íntegra (não abreviados)
- (2) títulos de periódicos e os números de volume são seguidos por um ", "

(3) intervalos de página estão conectados por "n traço", não hífen "- ", que é usado para conectar duas palavras.

Sobre o uso de traços: (1) As híbridas são usadas para vincular palavras como nomes pessoais, alguns prefixos e adjetivos compostos (o último dos quais varia de acordo com o manual de estilo em uso). (2) En-dash ou en-rule (o comprimento de um 'n') é usado para acessar os limites. No contexto do nosso diário, significam números principalmente, tamanhos, datas e números de páginas (por exemplo, 1977-1981, figos 5-7) e também associações geográficas ou de nome (Murray-Darling River, um acordo federal-estadual). (3) Em-dash ou em-rule (o comprimento de um 'm') são usados muito mais raramente, e são usados para quebras no texto ou assunto, muitas vezes usado muito como usamos parênteses. Em contraste com parênteses, um em-dash pode ser usado sozinho; Por exemplo, o que esses resultados poderiam significar - que Niel descobriu o significado da vida? Entirehes e em-tirehes não devem ser espaçados.

6) Legendas de **ilustrações** devem ser listadas após a lista de referências. As pequenas ilustrações devem ser agrupadas em placas. Ao preparar ilustrações, os autores devem ter em mente que a revista tem um tamanho de matéria de 25 cm por 17 cm e é impressa em papel A4. Para a ilustração das espécies, os desenhos de linha são preferidos, embora também sejam aceitáveis fotografias B & W ou de boa qualidade. Veja [aqui](#) um guia para informações detalhadas sobre a preparação de placas para publicação.

7) **Tabelas**, se houver, devem ser fornecidas no final do manuscrito. Use a função de tabela em seu processador de texto para criar tabelas para que as células, linhas e colunas possam permanecer alinhadas quando o tamanho da fonte e a largura da tabela forem alteradas. Não use a tecla Tab ou a barra espaçadora para digitar tabelas.

### **Deposição de espécimes**

Sempre que possível, os autores são aconselhados a depositar espécimes de tipo em museus ou coleções públicas nacionais ou internacionais. Os autores também são aconselhados a solicitar números de registro de material depositado antes da aceitação de documentos para evitar atrasos desnecessários de publicação. Alguns países (por exemplo, Austrália) exigem que os espécimes de tipo primário sejam depositados em coleções do país de origem; Os autores são aconselhados a levar isso em consideração.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar como as comunidades macrobênticas se comportam com a realização de dragagens no complexo portuário de São Luís, Maranhão. Sendo assim, podemos concluir que:

- A atividade de dragagem alterou a estrutura e funcionamento das assembleias bênticas;
- Houve redução na abundância dos organismos com o decorrer das dragagens;
- Os organismos macrobênticos apresentaram maior correlação com os sedimentos mais finos (silte e argila) e os metais pesados do sedimento;
- As maiores abundâncias da macrofauna bêntica ocorreram nos pontos P2, P4 e P6, locais mais protegidos e a redução e ausência nos pontos P3 e P5, locais de descarte do material dragado;
- A maior riqueza e diversidade ocorreram nas campanhas de pré e pós- dragagem;

Portanto, o presente trabalho pode fundamentar estudos relacionados à área de dragagem, além de auxiliar em programas de monitoramento ambiental da região, visto que abriga um dos maiores portos de grande importância econômica para o país, no entanto à manutenção da navegabilidade portuária, ocasionam alterações na composição e funcionamento das comunidades bênticas.

O levantamento faunístico da área também é de grande importância para a costa maranhense, pois é através dele que podemos conhecer a biodiversidade local e verificar possíveis espécies novas, como de *Cossura* sp. nov., espécie nova descrita para a costa norte do Brasil. É através do conhecimento da fauna que podemos auxiliar na conservação das espécies.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T.C.M.; VIVAN, J.M. Macrobenthic associations in a South Atlantic Brazilian enclosed bay: The historical influence of shrimp trawling. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 10, p. 2190–2198, 2011.

AMARAL, A.C.Z.; NALLIN, S.A.H.; STEINER, T.M.; FORRONI, T.O.; GOMES FILHO, D. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil**. Disponível: <[http://www.ib.unicamp.br/museu\\_zoologia/files/lab\\_museu\\_zoologia/Catalogo\\_Polychaeta\\_Amaral\\_et\\_al\\_2012.pdf](http://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/files/lab_museu_zoologia/Catalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf)>. Acesso em: 10 de novembro de 2017, 2013.

AMARAL, R.F.; ALFREDINI, P. Modelação Hidrossedimentológica no Canal de Acesso do Complexo Portuário do Maranhão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 15, n. 2, p. 5–14, 2010.

ANGONESI, L. G.; BEMVENUTI, C. E.; GANDRA, M. S. Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n.2, p. 413-420, 2006.

BACHELET, G.; LAUBIER, L. Morphology, ecology and juvenile development of *Cossura pygodactylata* Jones (Polychaeta: Cossuridae) in Arcachon Bay, SW France, with a reassessment of the geographical distribution of *C. pygodactylata* and *C. soyeri* Laubier. **Mémoires du Muséum National d’Histoire Naturelle**, v. 162, p. 355–369, 1994.

BARBOSA, I.C.C.; MÜLLER, R.C.S.; ALVES, C.N.; BERRÊDO, J.F.; SOUZA FILHO, P.W.M. Composição Química de Sedimento de Manguezal do Estuário Bragantino (PA) – Brasil. **Revista Virtual Química**, v. 7, n. 4, p. 1087-1101, 2015.

BARUAEM, L. M.; HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E.; COSTA-LOTUFO, L.; ABESSA, D. M. S. Contamination of port zone sediments by metals from Large Marine Ecosystems of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 3, p. 479-488, 2012.

BASTOS, B.C.; BASSANI, B. A questão da expansão portuária como solução para o desenvolvimento econômico: o caso das dragagens e os impactos ambientais na baía de Sepetiba. **IX SEGET- Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2012.

BELLOTTO, V. R.; KUROSHIMA, K. N.; CECANHO, F. **Poluentes no ambiente estuarino e efeitos da atividade de dragagem.**105-126p. *In:* Lunardon-Branco, M.J.; Bellotto, V. R (Org.). Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: Caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: Editora UNIVALI, SC., 312p, 2009.

BEMVENUTI, C.E.; ANGONESI, L.G.; GANDRA, M.S. Effects of dredging operations on soft bottom macrofauna in a harbor in the Patos Lagoon estuarine region of southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 4, p. 573–581, 2005.

BLACKSTOCK, J.; JOHANNESSEN, P. J.; PEARSON T. H. Use of a sensitive indicator species in the assessment of biological effects of sewage disposal in fjords near Bergen, Norway. **Marine Biology**, v. 93, n. 2, p. 315- 322, 1986.

BLAKE, J.A.; MACIOLEK, N. J.; OTA, A. Y.; WILLIAMS, I.P. Long-term benthic infaunal monitoring at a deep-ocean dredged material disposal site off Northern California. **Deep-Sea Research**, v. 56, n. 19-20, p.1775–1803, 2009.

BOLAM, S.G. Burial survival of benthic macrofauna following deposition of simulated dredged material. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 181, n. 1-4, p. 13–27, 2011.

BOLAM, S.G. Impacts of dredged material disposal on macrobenthic invertebrate communities: A comparison of structural and functional (secondary production) changes at disposal sites around England and Wales. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 10, p. 2199–2210, 2012.

BOLAM, S.G. Macrofaunal recovery following the intertidal recharge of dredged material: A comparison of structural and functional approaches. **Marine Environmental Research**, v. 97, p. 15-29, 2014.

BOLAM, S.G.; WHOMERSLEY, P.; SCHRATZBERGER, M. Macrofaunal recolonization on intertidal mudflats: effect of sediment organic and sand content. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.306, n. 2, p. 157–180, 2004.

CABRINI, T.M.B.; BARBOZA, C.A.M.; SKINNER, V.B.; HAUSER-DAVIS, R.A.; ROCHA, R.C.; SAINT'PIERRE, T.D.; VALENTIN, J.L.; CARDOSO, R.S. Heavy metal contamination in sandy beach macrofauna communities from the Rio de Janeiro coast, Southeastern Brazil. **Environmental Pollution**, v. 221, p. 1-14, 2016.

CAMERON, W. N.; PRITCHARD, D. W. **Estuaries**. In: Goldberg, E. D.; McCave, I. N.; O'Brien, J. J.; Steele, J.H. eds. *The Sea*. New York, John Wiley & Sons. p. 306-324, 1963.

CARVALHO- NETA, R.N. F.; TORRES-JUNIOR, A.R.; ABREU-SILVA, A.L. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 166, p. 1314–1327, 2012.

CARVALHO, S.; RAVARA, A.; QUINTINO, V.; RODRIGUES, A.M. Macrobenthic community characterisation of an estuary from the western coast of Portugal (Sado estuary) prior to dredging operations. **Boletín Instituto Español de Oceanografía**, v. 17, n. 1-2, p. 179–190. 2001.

CASTRO, S.M.; ALMEIDA, J.R. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. **Sociedade e Natureza**, v. 24, n. 3, p. 519–534, 2012.

CEIA, F.R.; PATRÍCIO, J.; FRANCO, J.; PINTO, R.; FERNÁNDEZ-BOO.; LOSI, V.; MARQUES, J.C.; NETO, J.M. Assessment of estuarine macrobenthic assemblages and ecological quality status at a dredging site in a southern Europe estuary. **Ocean & Coastal Management**, v. 72, p. 80-92, 2013.

CISZEWSKI, D.; ALEKSANDER-KWATERCZAK, U.; POCIECHA, A.; SZAREK-GWIAZDA, E.; ANDRZEJ WALOSZEK, A.; WILK-WOŹNIAK, E. Small effects of a large sediment contamination with heavy metals on aquatic organisms in the vicinity of an abandoned lead and zinc mine. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, p. 9825–9842, 2013.

COELHO- FILHO, P.; FREITAS, T.C.A. Macrozoobentos da plataforma continental externa e bancos oceânicos do nordeste do Brasil, recolhidos durante a primavera de 2000 pelo programa REVIZEE (Comissão NE IV). **Tropical Oceanography**, v. 32, p. 201-218, 2004.

CONAMA. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

CONAMA. Resolução CONAMA n° 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Brasília, 2012.

CRUZ-MOTTA, J. J.; COLLINS, J. Impacts of dredged material disposal on a tropical soft-bottom benthic assemblage. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, p. 270–280, 2004.

DAY, J.H. The Polychaete fauna of South Africa. Part 8: New species and records from grab samples and dredgings. **Bulletin of the British Museum Natural History, Ser. Zoology**, v. 10, p. 383-445, 1963.

DOLAH, R.F.; CALDER, D.R.; KNOTT, D.M. Effects of Dredging and Open-Water Disposal on Benthic Macroinvertebrates in a South Carolina Estuary. **Estuaries**, v. 7, p. 28–37, 1984.

EGREMY-VALDEZ, A. **Cossuridae Day, 1963**. In: LEÓN-GONZÁLEZ, J.A, BASTIDA-ZAVALA, J.R., CARRERA-PARRA, L.F., GARCÍA-GARZA, M.E., PEÑA-RIVERA, A., SALAZAR-VALLEJO, S.I., & SOLÍS-WEISS, V. (Eds). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, 737 pp, 2009.

EGRES, A.G.; MARTINS, C.C.; OLIVEIRA, V.M.; LANA, P.C. Effects of an experimental in situ diesel oil spill on the benthic community of unvegetated tidal flats in a subtropical estuary (Paranaguá Bay, Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 2681–2691, 2012.

EHLERS, E. Die Borstenwürmer (Annelida Chaetopoda) nach systematischen und anatomischen Untersuchungen dargestellt, Erster Band, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 748p, 1868.

ELLIS, J.I.; CLARK, D.; ATALAH, J.; JIANG, W.; TAIAPA, C.; PATTERSON, M.; SINNER, J.; HEWITT, J. Multiple stressor effects on marine infauna: responses of estuarine taxa and functional traits to sedimentation, nutrient and metal loading. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-16, 2017.

ENGLER, R.; SAUNDERS, L.; WRIGHT, T. Environmental effects of Aquatic Disposal of Dredged Material. **Environmental Professional**, v. 13, p. 317–325, 1991.

ESPAÑA, M.S.A.; RODRÍGUEZ, E.M.R.; ROMERO, C.D. Sodium, K, Ca, Mg, Fe, Cu, and Zn concentrations in molluscs from the Magellan Strait (Chile): Their contribution to dietary intake. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, p. 337–347, 2005.

EWING, R.M. Review of the genus *Cossurella* (Polychaeta: Cossuridae) including descriptions of two new species and a key to the species of the world. **Bulletin of the Biological Society of Washington**, v. 7, p. 3–10, 1987.

FARACO, L.F.D.; LANA, P.C. Response of polychaetes to oil spills in natural and defaunated subtropical mangrove sediments from Paranaguá bay (SE Brazil). **Hydrobiologia**, v. 496, p. 321–328, 2003.

FAUCHALD, K. **Benthic polychaetous annelids from deep water off western Mexico and adjacent areas in the eastern Pacific Ocean**. Allan Hancock Foundation, Los Angeles, California, 561 pp, 1972.

FAUCHALD, K.; JUMARS, P.A. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology**, v. 17, p. 193–284, 1979.

FERREIRA, A.N. **Efeitos da dragagem sobre a qualidade da água e estrutura da assembleia fitoplanctônica em dois ambientes costeiros tropicais da baía de Todos os**

**Santos, Brasil.**2016. 149f. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geologia)- Universidade Federal da Bahia.

FOURNIER, J.A.; PETERSEN, M. *Cossura longocirrata*: Redescription and Distribution with Notes on Reproductive Biology and a Comparison of Described Species of *Cossura* (Polychaeta: Cossuridae). **Ophelia International Journal of Marine Biology**, v. 5, p. 63-80, 1991.

FRASCHETTI, S.; TERLIZZI, A.; BEVILACQUA, S.; BOERO, F. The distribution of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from micro- to macro-scale: Spatial patterns on habitat-forming algae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 339, p. 148–158, 2006.

FROJÁN, C.R.S.B.; COOPER, K.M.; BREMNER, J.; DEFEW, E.C.; WAN HUSSIN, W.M.R.; PATERSON, D.M. Assessing the recovery of functional diversity after sustained sediment screening at an aggregate dredging site in the North Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 92, p. 358-366, 2011.

FUKUMOTO, M.M. **Determinação da história deposicional recente do Alto Estuário Santista, com base nos teores de metais e na susceptibilidade magnética dos sedimentos.** 2007. 123f. Tese de Doutorado (Instituto Oceanográfico)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

GAMBI, M. C.; CONTI, G.; BREMEC, C.S. Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow soft-bottoms of the Tyrrhenian Sea (Italy). **Scientia Marina**, v.26, p. 1–17, 1997.

GARDINER, S.L.; WILSON-JR, W.H. New records of polychaete annelids from North Carolina with the description of a new species of *Sphaerosyllis* (Syllidae). **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, v. 93, p. 159-172, 1977.

GERN, F.R.; LANA, P.C. Reciprocal experimental transplantations to assess effects of organic enrichment on the recolonization of benthic macrofauna in a subtropical estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v. 67, p. 107–120, 2013.

GOES FILHO, H. A. **Dragagem e Gestão dos Sedimentos**. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

GRANATO, F.C. **Subsídios Técnicos para o Estabelecimento de um Plano de Gerenciamento Ambiental Integrado do Processo de Dragagem do Porto de Rio Grande- RS**. 2005.138f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica)- Universidade Federal do Rio Grande.

GRAY, J. S.; ELLIOTT, M. **Ecology of marine sediments: Science to management**. Oxford: Oxford University Press, 256p, 2009.

GRUBER, N.L.S.; BARBOZA, E.G.; NICOLODI, J.L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. **Gravel**, v. 1, p. 81–89, 2003.

HATJE, V.; BARROS, B.; MAGALHÃES, W.; RIATTO, V.B.; AMORIM, A. N.; FIGUEIREDO, M.B.; SPANÓ, S.; CIRANO, M. Trace metals and benthic macrofauna distributions in Camamu Bay, Brazil: Sediment quality prior oil and gas exploration. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 348–379, 2007.

HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, A.M.; PADRÓN-SANZ, C.; TORRES-PADRÓN, M.E.; SOSA-FERRERA, Z.; SANTANA-RODRÍGUEZ, J.J. Analysis of Ni, Cr, Cu, Pb and Cd in marine bioindicators using mixed-micelles with microwave assisted micellar extraction and GF-AAS. **Analytical Methods**, n. 39.p. 1–9, 2016.

HOLME, N.A.; MCINTYRE, A. D. (Editors): **Methods for the Study of Marine Benthos**. Oxford-London-Boston: Blackwell Scientific Publications, 399p, 1984.

HORNG, C.Y.; TAGHON, G.L. “Effects of contaminated sediments on particle size selection by the polychaete *Capitella* sp. I.” **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 242, n. 1, p. 41–57, 1999.

JUMARS, P.A.; DORGAN, K.M.; LINDSAY, S.M. Diet of Worms Emended: An Update of Polychaete Feeding Guilds. **Annual Review of Marine Science**, v. 7, p. 497–520, 2015.

KATSIARAS, N.; SIMBOURA, N.; TSANGARIS, C.; HATZIANESTIS, I.; PAVLIDOU, A.; KAPSIMALIS, V. Impacts of dredged-material disposal on the coastal soft-bottom macrofauna, Saronikos Gulf, Greece. **Science of the Total Environment**, v. 508, p. 320–330, 2015.

KHEDHRIA, I.; ATOUIA, A.; IBRAHIMA, M.; AFLIA, A.; ALEYAB, A. Assessment of surface sediment dynamics and response of benthic macrofauna assemblages in Boughrara Lagoon (SW Mediterranean Sea). **Ecological Indicators**, v. 70, p. 77–88, 2016.

KNOX, G.A. **The Ecology of Seashores**, 1 Edition. CRC Press, 557 pp, 2001.

LANA, P.C.; MARONE, E.; LOPES, R.M.; MACHADO, E.C. The subtropical estuarine complex of Paranagua Bay, Brazil. **Ecological Studies**, v. 144, p. 131-145, 2001.

LEVINTON, J.S. **Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology**. Oxford, Oxford: University Press, 420 pp, 2001.

LEWIS, M.A.; WEBER, D.E.; STANLEY, R.S.; MOORE, J.C. Dredging impact on an urbanized Florida bayou: effects on benthos and algal-periphyton. **Environmental Pollution**, v. 115, p. 161–171, 2001.

LIÑERO-ARANA, I.; DÍAZ-DÍAZ, Ó. A new species of Cossuridae (Annelida: Polychaeta) from Venezuela. **Interciência**, v. 35, p. 789–792, 2010.

LINNIK, P.M.; ZUBENKO, I.B. Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds. **Lakes and Reservoirs: Research and Management**, v. 5, p. 11-21, 2000.

LUNDQUIST, C.J.; THRUSH, S.F.; COCO, G.; HEWITT, J.E. Interactions between disturbance and dispersal reduce persistence thresholds in a benthic community. **Marine Ecology Progress Series**, v. 413, p. 217-228, 2010.

MATTOS, P.R.; ALMEIDA, T.C.M. Spatiotemporal distribution of the benthic macrofauna in an urbanized subtropical estuary: environmental variations and anthropogenic impacts. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 3, p.227-238, 2016.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. **The Ecology of Sandy Shores**, 2nd edition. Academic Press, 373 pp, 2006.

MENDEZ, N.M.; GREEN-RUIZ, C. Cadmium and copper effects on larval development and mortality of the polychaeta *Capitella* sp. from Mestero del Yugo, Mazatlan, Mexico. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 171, p. 291–299, 2006.

MULIK, J.; SUKUMARAN, S.; SRINIVAS, T.; VIJAPURE, T. Comparative efficacy of benthic biotic indices in assessing the Ecological Quality Status (EcoQS) of the stressed Ulhas estuary, India. **Marine Pollution Bulletin**, v. 120, p. 192-202, 2017.

NEWELL, R.C.; SEIDERER, L.J.; HITCHCOCK, D.R. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. **Oceanography and Marine Biology**, v. 36, p. 127–178. 1998.

ORENSANZ, J.M. Los anélidos poliquetos de la provincia biogeográfica Argentina. IX. Poecilochaetidae y Cossuridae. **Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 10, p. 3–8, 1976.

PAIVA, A.C.G.; COELHO, P.A.; TORRES, M.F.A. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 38, p. 85–92, 2005.

PATCHINEELAM, S.M.; SOARES, C.R.; CALLIARI, L.J. **Assoreamento, aterros e dragagens**. P.335-349 In: BAPTISTA NETO, J.A.; WALLNER KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S.M. (Orgs.). *Poluição Marinha*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2008, 412p.

PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology**, v. 16, p. 229- 311, 1978.

PIOU, S.; BATAILLARD, P.; LABOUDIGUE, A.; FERARD, J.F.; MASFARAUD, J.F. Changes in the geochemistry and ecotoxicity of a Zn and Cd contaminated dredged sediment over time after land disposal. **Environmental Research**, v. 109, p. 712–720, 2009.

PONTI, M.; PASTERIS, A.; GUERRA, R.; ABBIATI, M. Impacts of maintenance channel dredging in a northern Adriatic coastal lagoon. II: Effects on macrobenthic assemblages in channels and ponds. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 85, p. 143–150, 2009.

PORTO, M.M., TEIXEIRA, S.G. **Portos e meio ambiente**. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

POWILLEIT, M.; KLEINE, J.; LEUCHS, H. Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (Western Baltic Sea). **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 386–396, 2005.

READ, G.B. Taxonomy and distribution of a new *Cossura* species (Annelida: Polychaeta: Cossuridae) from New Zealand. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 113, p. 1096-1110, 2000.

REHITHA, T.V.; ULLAS, N.; VINEETHA, G.; BENNY, P.Y.; MADHU, N.V.; REVICHANDRAN, C. Impact of maintenance dredging on macrobenthic community structure of a tropical estuary. **Ocean & Coastal Management**, v. 144, p. 71-82, 2017.

REISH, D.J. Description of a new species of *Cossura* (Annelida: Polychaeta) from the Mississippi Delta. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, v. 48, p. 53-55, 1958.

RIBEIRO, R. P.; ALMEIDA, Z, F. Anelídeos Poliquetas do estado do Maranhão, Brasil: síntese do conhecimento. **Bioikos**, v. 28, n. 1, 2014.

ROUSE, G.W.; PLEIJEL, F. **Polychaetas**. Oxford University press, New York, 347 pp, 2001.

SANDRINI-NETO, L.; LANA, P.C. Distribution patterns of the crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ucididae) at different spatial scales in subtropical mangroves of Paranaguá Bay (southern Brazil). **Helgoland Marine Research**, v. 66, p. 167–174, 2012.

SANDRINI-NETO, L.; LANA, P.C. Does mollusc shell debris determine patterns of macrofaunal recolonisation on a tidal flat? Experimental evidence from reciprocal transplantations. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 452, p. 9–21, 2014.

SANDRINI-NETO, L.; MARTINS, C.C.; LANA, P.C. Are intertidal soft sediment assemblages affected by repeated oil spill events? A field-based experimental approach. **Environmental Pollution**, v. 213, p. 151–159, 2016.

SCHETTINI, C.A.F.; SANTOS, M.I.F.; ABREU, J.G.N. Observação dos sedimentos de fundo de uma plataforma abrigada sob influência de atividade de dragagem: Saco dos Limões, Florianópolis, sc. **Notas Técnicas FACIMAR**, v. 6, p. 165–175, 2002.

SCHRATZBERGER, M.; REES, H.L.; BOYD, S.E. Effects of simulated deposition of dredged material on structure of nematode assemblages- the role of burial. **Marine Biology**, v. 136, p. 519–530, 2000.

SIQUEIRA, G.W.; APRILE, F.M. Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica – Brasil. **Acta Amazônica**, v. 42, p. 259–268, 2012.

SIQUEIRA, G.W.; LIMA, W.N.; MENDES, A.S.; APRILE, F.M.; DARWICH, A.J. Aspectos hidroquímicos das águas subjacentes à Plataforma Continental do Amazonas entre os Cabos Orange (AP) e Maguari (PA). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 16, p. 5–20, 2003.

SOLA, M.C.R.; PAIVA, P.C. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 49, n. ½, p. 137–142, 2001.

SOTO, E.H.; LEMUS, D. Nueva descripción de *Cossura chilensis* Hartmann-Schröder, 1965 (Polychaeta: Cossuridae), de la Bahía de Valparaíso, Chile central con notas de su ecología. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 51, n. 3, p. 609-620, 2016.

STANKOVIC, S.; KALABA, P.; STANKOVIC, A.R. Biota as toxic metal indicators. **Environmental Chemistry Letters**, v.12, n. 1, p. 63–84, 2014.

TAHSEEN, Q. Nematodes in aquatic environments: adaptations and survival Strategies. **Biodiversity Journal**, v. 3, n. 1, p. 13–40, 2012.

THRUSH, S.F.; DAYTON, P.K. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 33, p. 449–473, 2002.

TSUTSUMI, H. Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta; Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. **Marine Ecology Progress Series**, v. 63, p. 147-156, 1990.

UEBELACKER, J. M.; JOHNSON, P. G. **Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico**. Louisiana:Minerals Management Service, 1984. Cap. 4: Família Cossuridae Day, 1963, p. 41-46.

VIVAN, J.M.; DI DOMENICO, M.; ALMEIDA, T.C.M. Effects of dredged material disposal on benthic macrofauna near Itajaí Harbour (Santa Catarina, South Brazil). **Ecological Engineering**, v. 35, n. 10, p. 1435–1443, 2009.

WHITTOCK, P.A.; PENDOLEY, K.L.; LARSENC, R.; HAMANN, M. Effects of a dredging operation on the movement and dive behaviour of marine turtles during breeding. **Biological Conservation** v. 206, p. 190–200, 2017.

WITT, J.; SCHROEDER, A.; KNUST, R.; ARNTZ, W.E. The impact of harbour sludge disposal on benthic macrofauna communities in the Weser Estuary. **Helgoland Marine Research**, v. 58, n. 2, p. 117–128, 2004.

WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES. **WoRMS Taxon list**. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/index.php>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017. (2017).

XU, K.; SANGER, D.; RIEKERK, G.; CROWE, S.; DOLAH, R.F.V.; WREN, P.A.; MA, Y. Seabed texture and composition changes offshore of Port Royal Sound, South Carolina before and after the dredging for beach nourishment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 149, n. 5, p. 57-67, 2014.

ZHADAN, A. Cossuridae (Annelida: Polychaeta: Sedentaria) from Australian and adjacent waters: the first faunistic survey. **Records of the Australian Museum**, v. 67, n. 1, p. 1–24, 2015.

ZHADAN, A. E.; VORTSEPNEVA, E.V.; TZETLIN, A. B. Redescription and biology of *Cossura pygodactylata* Jones, 1956 (Polychaeta: Cossuridae) in the White Sea. **Invertebrate Zoology**, v. 9, n. 2, p. 115–125, 2012.

ZHANG, J.; LIU, C. L. Riverine Composition and Estuarine Geochemistry of Particulate Metals in China-Weathering Features, Anthropogenic Impact and Chemical Fluxes. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, n. 6, p. 1051-1070, 2002.