



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**COMPOSIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA BÊNICA DA  
PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO**

**KERLLON RAYANDERSON KENDRICK GARCIA AMORIM**

**SÃO LUÍS, MA**

**2022**

**KERLLON RAYANDERSON KENDRICK GARCIA AMORIM**

**COMPOSIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA BÊNICA DA  
PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção de título de mestre em Oceanografia.

**Orientadora:** Profa. Dra. Marianna Basso Jorge

**Coorientadora:** Dra. Luana da Costa Monteiro

**SÃO LUÍS, MA**

**2022**

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

Amorim, Kerllon Rayanderson Kendrick Garcia.

Composição espacial da meiofauna bêntica da plataforma continental do Maranhão / Kerllon Rayanderson Kendrick Garcia Amorim. - 2022.

45 f.

Coorientador(a): Luana da Costa Monteiro.

Orientador(a): Marianna Basso Jorge.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - Maranhão, 2022.

1. Bioindicadores. 2. Massas d'água. 3. Nematoda. I. Basso Jorge, Marianna. II. da Costa Monteiro, Luana. III. Título.

**KERLLON RAYANDERSON KENDRICK GARCIA AMORIM**

**COMPOSIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA BÊNICA DA PLATAFORMA  
CONTINENTAL DO MARANHÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção de título de mestre em Oceanografia.

**Aprovada em: 06 de junho de 2022**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Marianna Basso Jorge – PPGOceano/UFMA  
(Orientadora)

---

Dra. Luana da Costa Monteiro - UGhent  
(Coorientadora e Presidente da banca)

---

Dr. Ricardo Luvizotto Santos – PPGOceano-UFMA  
(Examinador Interno)

---

Dra. Raimunda Nonata Fortes Carvalho-Neta – UEMA  
(Examinadora Externa)

*Dedico essa dissertação aos meus alunos que  
sonham em conhecer o fundo do mar.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que tens feito em minha vida, e por ser meu amparo nos momentos difíceis ao longo dessa caminhada.

À Universidade Federal do Maranhão pelos anos de ensino, pesquisa e extensão, nessa nossa relação desde a graduação;

Ao PPGOceano - UFMA e a todos os professores do programa por terem me proporcionado uma formação acadêmica, e, com isso, me tornar o primeiro mestre da família Garcia Amorim;

À equipe que esteve a bordo do navio de ensino e pesquisa Ciências do Mar II e ajudaram na coleta do material que serviu para realização deste trabalho.

À FAPEMA pela bolsa de mestrado, que foi essencial para me manter no curso;

Ao Laboratório de Ecotoxicologia (LABECOTOX), em especial a Cadija, que sempre estava ali, sorrindo, em nossos cafés pós almoço.

À minha professora, orientadora e amiga Marianna Basso Jorge por ter aceitado me orientar, pela confiança, pelos ensinamentos no desenvolvimento desta pesquisa, e por não ter desistido do meu trabalho, mesmo quando precisou se afastar da vida acadêmica.

À minha coorientadora, Luana Monteiro, por ter aceitado o desafio de me orientar mesmo com +5 horas de fuso horário, pela confiança, pela paciência e por entender as limitações que temos em nossas pesquisas científicas.

Aos meus pais João Amorim e Marisol Garcia, e aos meus irmãos Laiff, Júnior, Mayara, Mel e Jhonny pelo incentivo, apoio e por acreditarem em mim, o caçula.

A Thiago Barbosa por ter entrado em minha vida em 2021 e ter sido um ombro amigo, um parceiro e um porto seguro durante as madrugadas de escrita da dissertação.

À Lais Rodrigues por ter sido uma grande amiga, companheira de laboratório e pesquisa ao longo desses anos de graduação e mestrado.

À Josinete Monteles, agradeço por sempre está disposta a sentar e analisar meus dados, mesmo quando sua vida esteve de “pernas para o ar”.

Aos meus amigos oceanógrafos Thiago, Eduardo, Thalita, Paula e Denise pelas trocas e conversas diárias no grupo mais privado do *whatsapp*.

A Nyel por ter me dado força e apoio nos momentos em que pensei em desistir do mestrado, pelas leituras e interpretações de artigos que fazíamos juntos.

E a todos e todas que, direta ou indiretamente, ajudaram no desenvolvimento deste trabalho, ou estiveram próximo a mim, fazendo a vida valer mais a pena. **Gratidão!**

“A liberdade diz respeito a nosso  
direito de questionar tudo.”

Ai Weiwei

## RESUMO

A meiofauna é classificada como um grupo discreto de organismos, que habita os interstícios dos sedimentos, desde regiões costeiras até zonas abissais. O presente estudo visa descrever a composição espacial da meiofauna bêntica na Plataforma Continental do Maranhão (PC-MA), em frente ao Golfão Maranhense, no período chuvoso e suas possíveis correlações com parâmetros ambientais. A amostragem foi feita durante o período chuvoso de abril de 2019, a bordo do navio Ciências do Mar II, e foram amostrados 17 pontos, em dois transectos. A extração da meiofauna bêntica do sedimento se deu por meio de decantação e peneiramento (38 $\mu$ m). A caracterização ambiental revelou uma plataforma com variação espacial homogênea, com predomínio de sedimentos do tipo areia média, e com influência de três massas d'água distintas: água de rio, água costeira e água tropical. Foram identificados 21.073 indivíduos da meiofauna bêntica, distribuídos em 12 grupos taxonômicos, além dos náuplios de Copepoda. Dentre os principais grupos, Nematoda apresentou a maior abundância (56%), seguido de Copepoda (18%). Esses dois grupos foram classificados como constantes, estando presentes em todas as amostras, enquanto Tanaidacea foi o único grupo classificado como raro. Os índices biológicos indicam um ambiente em desequilíbrio, com baixo índice de diversidade. Observou-se um aumento na abundância de indivíduos em direção a borda da plataforma, portanto a profundidade pode ser a variável que melhor explicou a distribuição da meiofauna na PC-MA.

**Palavras-chave: Bioindicadores, nematoda, massas d'água.**



## ABSTRACT

Meiofauna is classified as a group of organisms, which inhabit the interstices of sediments, from coastal regions to abyssal zones. The present study aims to describe a spatial composition of the benthic meiofauna on the Maranhão Continental Shelf (PC-MA) in front of the Maranhense Gulf, in the rainy season and its possible correlations with environmental parameters. Sampling was carried out during the rainy season of April 2019, aboard the ship Ciências do Mar II, and 17 points were sampled, in two transects. Benthic meiofauna was extracted from the sediment by decanting and sieving (38 $\mu$ m). The environmental characterization revealed a shelf with homogeneous spatial variation, with a predominance of medium-sand sediments, and with the influence of three distinct water bodies: river water, coastal water and tropical water. A total of 21,073 individuals of benthic meiofauna were identified, distributed in 12 taxonomic groups, in addition to the nauplii of Copepoda. Among the main groups, Nematoda showed the highest abundance (56%), followed by Copepoda (18%). These two groups were classified as constant, being present in all samples, while Tanaidacea was the only group classified as rare. Biological indices indicate an unbalanced environment, with a low diversity index. An increase in the abundance of individuals was observed towards the edge of the shelf, so the depth may be the variable that best explained the distribution of meiofauna in PC-MA.

**Keywords: Bioindicators, nematode, water masses.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Meiofauna .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Plataforma Continental.....</b>	<b>11</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Área de Estudo e Delineamento Amostral.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. Parâmetros físicos e químicos.....</b>	<b>16</b>
<b>4.3. Parâmetros Sedimentológicos.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4. Meiofauna .....</b>	<b>17</b>
<b>4.5. Análise de dados.....</b>	<b>17</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Caracterização Ambiental Quanto aos Parâmetros Físicos, Químicos e Sedimentológicos.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2. Caracterização da Meiofauna.....</b>	<b>24</b>
<b>5.3. Distribuição da Meiofauna em Relação aos Parâmetros Físicos, Químicos e Sedimentológicos.....</b>	<b>26</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Meiofauna, ou meiobentos, é um grupo de organismos metazoários que habitam os intertísticos de sedimentos, possui aproximadamente 30 filos, sendo altamente abundantes e diversificados em ambientes marinhos (MARE, 1942; HIGGINS; THIEL, 1988; GIÉRE, 2009). Esses organismos são definidos com base em seu tamanho, que varia de 0,045 a 0,5 mm de tamanho (MARE, 1942; GIÉRE, 2009; LANA, 2015).

A meiofauna bêntica desempenha diversas funções no ecossistema bentônica, são reconhecidos como excelentes ferramentas para estudos de qualidade ambiental e processos ecológicos marinhos (GIÉRE, 2009; LAGE; COUTINHO, 2010; MOENS et al., 2022). Entre as funções no ecossistema bêntica, a meiofauna atua na ciclagem da matéria orgânica, são bioindicadores de mudanças ambientais e climáticas, também atuam como elo na cadeia trófica, pois são cavadores ativos e bioturbadores (GIÉRE, 2009; LEASI et al., 2016, ZEPPILLI et al., 2015; BRANCO et al., 2018).

De acordo com Alexeev e Galtsova (2012) a meiofauna compreende 34% da abundância total das espécies bentônicas encontradas nas plataformas continentais. Entre os organismos da meiofauna, nematoides e copépodes harpacticoides são os táxons predominantes, e que vivem na maioria dos ecossistemas marinhos bentônicos (JAMES; MARK, 2004; KANGA; KIM, 2021). O filo Nematoda representa mais de 90% da abundância total dos metazoários e são organismos de vida livre, com a fauna mais diversificada e abundante no ambiente bêntico marinho, incluindo em alto mar, na região da plataforma continental (ABEBE, et al., 2004; GIÉRE, 2009; KANG; KIM, 2021). Isso acontece por que nematoides possuem uma enorme diversidade de espécies, que podem estar associadas a hábitats marinhos, estuarinos e continentais, em diferentes profundidades e tipos de sedimentos (HEIP et al. et al. 1985; MOENS et al. et al. 2013). No entanto, grupos como Bivalves, Foraminíferos e Oligochaeta também são citados na literatura como dominantes (DI DOMINICO; ALMEIDA, 2005; McMAHON et al., 2021; BAIA et al., 2021, respectivamente).

A plataforma continental é definida como a região de águas rasas e de declive suave que circunda os continentes, que se estende desde a linha de praia até a borda da plataforma, local onde ocorre uma mudança abrupta na declividade característica do talude (CORRÊA; WESCHENFELDER, 2015). A plataforma continental brasileira se estende até 200 milhas marinhas, com, aproximadamente, 8.000 km de extensão. (DHN, 1985). No Maranhão, a plataforma é limitada pela Barra das Preguiças e pela Baía de

Turiagu, sendo o limite aberto próximo da isóbata de 100 m, com bancos de areia nos meandros da costa, fortes correntes, e com temperatura e salinidade semelhantes desde a superfície ao fundo, classificando-a como uma plataforma homogênea (PEREIRA; HARARI, 1995; PONTES, 2007; PONTES; EL-ROBRINI, 2008).

Segundo Vital et al. (2005), Valentin e Muelbert (2015), Braga et al. (2021) as plataformas são áreas importantes para pesca, na exploração de petróleo e realizar pesquisas nas plataformas auxilia nos estudos sobre mudanças climáticas, na localização de recursos minerais estratégicos, nos estudos sobre os padrões de distribuição do mar, e, também, nos estudos da pesca e seus impactos sobre o bentos.

Os estudos sobre meiofauna bêntica em plataforma continental tem crescido bastante, como os recentes estudos de McMahon et al. (2021) e Ramirez-Llodra et al. (2021). Para o Brasil, o estudo mais recente de meiofauna em plataforma é o estudo de Pinto et al. (2018), quando analisaram a meiofauna da plataforma continental de Sergipe e do sul de Alagoas. No Maranhão, apenas Almeida et al. (1999) publicou seus resultados sobre a meiofauna e a mixofauna da plataforma continental do Maranhão.

Sendo assim, o presente trabalho investiga se a distribuição espacial da meiofauna bêntica na PC-MA é diferente entre as três porções da plataforma (Plataforma Continental Interna, Média e Externa) em função das diferenças nos parâmetros ambientais abióticos. Com isso, o estudo permitirá compreender sobre a dinâmica do ambiente estudado, assim como sua relação com a ecologia da fauna bêntica do Maranhão, podendo servir de subsídio para trabalhos futuros que visem monitorar a qualidade ambiental numa das regiões menos conhecidas da zona nerítica brasileira, cujo conhecimento dos grupos biológicos representantes da PC podem revelar bioindicadores para caracterização do ambiente, bem como as mudanças antrópicas e/ou climáticas em curso.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Meiofauna**

A fauna bêntica possui organismos pertencentes a todos os grandes filos animais, podendo ser classificada com base no tamanho em: megafauna (>5cm), macrofauna (entre 500µm–5 cm), meiofauna (entre 63–500µm) e microfauna (menores que <63 µm) (GRAY; ELLIOTT, 2009; GIÉRE, 2009; LANA, 2015). A meiofauna, ou meiobentos, é classificada como um grupo discreto de organismos, que possui a fauna mais fileticamente diversificada da Terra, com características morfológicas e fisiológicas,

como tamanho de corpo reduzido, que fizeram com que esse grupo evoluísse e pudessem explorar uma variedade de ambientes, entre eles os ambientes aquáticos (LIU et al., 2007; SCHRATZBERGER; INGELS, 2018).

Os organismos desse grupo podem ser permanentes e pertencerem à meiofauna em todas as fases da vida, ou ainda temporários, que inclui principalmente juvenis ou larvas de grupos da macrofauna, como as poliquetas (HIGGINS; THIEL, 1988; GIÉRE, 2009). Entre os organismos pertencentes à meiofauna bêntica estão os copépodes harpacticoides, rotíferos, turbelários, oligoquetas e nematoides, sendo esses táxons os principais responsáveis por mudanças na composição da comunidade como um todo (McLACHLAN, 1988; HARGUINTEGUY et al., 2012; TRAUNSPURGER; MAJDI, 2017).

Entre os táxons da meiofauna, Nematoda é normalmente o mais abundante, com grande riqueza de espécies, podendo representar de 90 a 100% da meiofauna total (HEIP et al., 1985; TRAUNSPURGER et al., 2012). Isso acontece por que possuem uma diversidade de espécies, podendo estar presentes tanto em habitats marinhos (HEIP et al., 1985; MOENS et al., 2013), quanto de água-doce (ZULLINI, 1976; ABEBE et al., 2007; HEININGER et al., 2007; TRAUNSPURGER et al., 2012), em diferentes profundidades, tipos de sedimento e em todas as latitudes (HEIP et al., 1985). Além disso, algumas espécies de nematoides como a *Caenorhabditis elegans* ocorrem em habitats com alta atividade microbiana e são relativamente tolerantes aos eventos de poluição por serem frequentemente cercados por exsudatos microbianos (BONGERS; FERRIS, 1999).

De forma geral, a ocorrência e a distribuição de organismos bênticos são frequentemente correlacionadas às características ambientais como, por exemplo, composição sedimentar, disponibilidade de alimento, profundidade e teor de oxigênio, que influenciam diretamente na riqueza, abundância e diversidade das comunidades (GOURBAULT et al., 1998; MOENS; VINCX, 1998; LENINHAN; MICHELI, 2001; MELLO E SOUSA et al., 2006; GIÉRE, 2009;). De Leonardis et al. (2008) afirmaram que a profundidade pode ser um fator relevante para explicar a estrutura das comunidades de nematoides, mostrando que houve uma diferença significativa entre as comunidades rasas (acima de 200 metros de profundidade) e comunidades profundas (abaixo de 200 metros de profundidade).

Sendo assim, a ocorrência e distribuição dos invertebrados bentônicos, incluindo a meiofauna, vêm sendo utilizados como “ferramenta ecológica” de avaliação da

qualidade dos ambientes marinhos, pois são excelentes indicadores ambientais, podendo ser usados em estudos de avaliação de impacto de atividades naturais e antrópicas, como as portuárias, por exemplo (INGOLE et al., 2009; MORENO et al., 2011; MOENS et al., 2022). Desta forma, a distribuição da meiofauna bêntica continua sendo foco de muitas pesquisas, sendo a maior parte delas em regiões costeiras como estuários e praias arenosas (HEIP et al., 1985; COULL, 1988).

No mundo, as plataformas continentais têm sido bastante estudadas, como os recentes trabalhos de McMahon et al. (2021) na plataforma continental do Rio Mackenzie (Canadá), Lampadarioua e Eleftheriou (2018) na plataforma continental de Creta (Mar Mediterrâneo), e Portnova e Polukhi (2018) na plataforma continental oriental do mar de Kara (Sibéria). Já no Brasil, poucos são os trabalhos em plataformas, sendo a maioria dos trabalhos realizados nas regiões Sudeste e Norte (COULL; BELL, 1979; PINTO et al., 2018).

O estudo da meiofauna no Brasil foi iniciado no século passado, em meados de 1980, descrevendo espécies dos diferentes grupos da meiofauna, como anelídeos, moluscos, mematódeos, entre outros (HARGUINTEGUY et al., 2012; MARIA et al., 2016). Para o Maranhão, atualmente, encontra-se publicado apenas o estudo realizado por Almeida et al. (1999) que durante o programa REVIZEE realizou o estudo da distribuição espacial da meiofauna e mixofauna na Plataforma Continental do Maranhão, Brasil.

## **2.2. Plataforma Continental**

A Plataforma Continental é definida como um ambiente complexo, que se estende desde a linha de costa até a borda da plataforma (limite superior do talude com 200 m de profundidade), constituindo assim, aproximadamente, um décimo da área superficial dos oceanos, ou 7,4% de área total (CASTRO FILHO, 1996; MIDDELBURG et al., 1997; GARRISON, 2010). Apesar de constituir menos de um décimo da área superficial dos oceanos, a plataforma continental é considerada uma das regiões mais ricas, apresentando produtividade entre 100 e 160 gC/m<sup>2</sup>/ano (VALENTIN; MUELBERT, 2015). Sendo assim, a plataforma continental possui grande importância econômica por ser fonte de recursos naturais tais como pescado (MUEHE; GARCEZ, 2005), petróleo (BRAGA et al., 2021), entre outros.

No Brasil, a linha de costa da Plataforma Continental possui aproximadamente 8.000 km de extensão, estendendo-se até 200 milhas marinhas (DHN, 1985). No Maranhão, a linha de costa da plataforma possui 640 km de extensão, caracterizada como

uma plataforma rasa (gradiente de 2 graus), com geomorfologia que propicia o acúmulo de elementos metálicos e compostos carbonáticos, fauna diversificada, e grandes amplitudes de marés, sendo consideradas como as maiores da costa brasileira (GUALBERTO; EL-ROBRINI, 2005; PONTES, 2007). É dividida em três partes: Plataforma Continental Externa (PCE), Plataforma Continental Média (PCM) e Plataforma Continental Interna (PCI) (GUALBERTO; EL-ROBRINI, 2005).

Segundo esses autores a PCI é limitada geologicamente pela isóbata de 40m, com um relevo complexo, característicos de locais com elevada energia de maré. Já a PCM, está situada entre as isóbatas de 40 e 60m, apresentando uma área com grande inclinação, onde está localizado o Parcel Manuel Luís, um dos maiores bancos de corais da América do Sul. Enquanto a Plataforma Continental Externa (PCE), está localizada entre as isóbatas 60 e 80m, com pequenos canais de relevo irregular e possíveis formações de banco de algas paralelos à quebra do talude (AMARAL, 1998; GUALBERTO; EL-ROBRINI, 2005).

De acordo com Pontes (2007) e Pontes e El-Robrini (2008), a Plataforma Continental do Maranhão (PC-MA) pode ser classificada como uma plataforma verticalmente homogênea, onde os valores de temperatura e salinidade da superfície e do fundo são aproximados, e a cobertura sedimentar predominantemente composta por areia. Outra característica importante da PC-MA, apontada por Carvalho et al. (2016), são as variáveis abióticas, como a transparência, turbidez, condutividade e salinidade influenciados pelo transporte intenso de materiais em suspensão oriundos da região costeira da plataforma, tais como o Complexo Estuarino de São Marcos (CEMS) e o Complexo Estuarino Arraial-São José (CEASJ).

O CEMS e o CEASJ estão localizados no extremo norte do Maranhão, formando um vasto sistema de estuário, que são conectados através do Estreito de Mosquitos, sendo um ambiente altamente dinâmico, onde a variação do nível da água pode chegar até 7 metros de maré na sizígia, em decorrência da propagação das ondas longas de gravidade superficiais (FEITOSA, 1989; Dos SANTOS, et al., 2020). Os dois complexos juntos recebem descarga de água doce principalmente das bacias hidrográficas do Mearim e Itapecuru (Dos SANTOS, et al., 2020; LIMA et al., 2021).

Segundo Horel et al. (1989), a oeste do CEMS e CEASJ há rios que tem suas bacias de drenagem influenciadas pela convecção amazônica e pelo Alto Boliviano, o que causa grande descarga fluvial na região. Já na parte sul, as bacias de drenagem são

influenciadas pelo clima semiáridos, onde as maiores taxas de precipitação ocorrem na região costeira, com 1.400 mm, e 300 mm na região interna das bacias (SUDENE, 1980). Além disso, a região é marcada por dois períodos distintos, que definem o clima: uma estação chuvosa (janeiro a junho) e uma estação seca (agosto a dezembro) (SAMARITANO et al., 2013).

Para Silva et al. (2005, 2007), a PC-MA é um sistema marinho de alta energia, que é resultado de uma ação combinada do aporte de águas continentais de baixa salinidade, das oscilações de marés, da corrente de contorno oeste e dos ventos alísios. Ainda segundo Silva et al. (2007), há dois padrões de distribuição espacial da temperatura e salinidade na PC-MA, que podem determinar as massas d'água predominantes na região. O primeiro padrão encontrado é na PCI, próximo a isóbata de 50 m, onde ainda há influência do aporte continental de água doce e material em suspensão, afetando as distribuições de salinidade e temperatura da região. O segundo padrão, é encontrado na região oceânica adjacente à Plataforma Continental, onde os valores superficiais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) podem sofrer influência da corrente de fronteira oeste do Atlântico, dos ventos alísios e pelo aporte de águas de baixa salinidade da Corrente Norte do Brasil, que age próximo da quebra da Plataforma Continental.

Massas d'água são camadas que existem em todos os oceanos, com características próprias de temperatura e salinidade, que juntas podem regular a vida do ambiente marinho (MIRANDA, 1982; NESHYBA, 1987; TOMCZAK, 1999). De acordo com Pontes; El-Robrini (2008) a partir da análise das massas d'água é possível identificar as comunidades de peixes, comunidades de plâncton e o transporte de sedimentos finos, por exemplo, que são influenciados pelas mesmas. Sendo assim, o presente estudo visa gerar informação ecológicas, tais como riqueza, abundância e diversidade, acerca da distribuição da meiofauna da PC-MA, e identificar possíveis correlações com parâmetros ambientais abióticos, afim de entender os processos determinantes para essa distribuição e suas implicações ecossistêmicas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Descrever a composição espacial da meiofauna bêntica na Plataforma Continental do Maranhão durante o período chuvoso.



### **3.2.Específicos**

- ✓ Caracterizar os parâmetros temperatura, salinidade, massa d'água e oxigênio dissolvido os parâmetros sedimentológicos (material particulado em suspensão, granulometria e matéria orgânica dos sedimentos) da área de estudo.
- ✓ Caracterizar a composição da meiofauna bêntica em relação aos descritores ecológicos: abundância, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância.
- ✓ Identificar e descrever o grau de biodiversidade baseado em grandes grupos da meiofauna bêntica.
- ✓ Relacionar a distribuição da meiofauna bêntica com os parâmetros profundidade, temperatura, salinidade, massa d'água, oxigênio dissolvido e parâmetros sedimentológicos (material particulado em suspensão, granulometria e matéria orgânica do sedimento);

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Área de Estudo e Delineamento Amostral**

Com uma extensão de 640 km, o litoral maranhense recorta diversas formações sedimentares como a formação Itapecuru, Pirabas, Grupo Barreiras e depósitos quaternário (CPRM, 1994). Segundo Gualberto e El-Robrini (2005), o litoral pode ser dividido em três áreas geomorfologicamente distintas, sendo elas o Litoral Ocidental, o Golfão Maranhense e o Litoral Oriental. A área de estudo está localizada na PC-MA, em frente ao CEASJ e CESH (Figura 1), ou seja, na região do Golfão Maranhense. Sendo assim, os limites da região de estudo são a região costeira e o talude continental do Maranhão.

A coleta de dados foi feita durante a estação chuvosa (abril de 2019), a bordo do navio de pesquisa e ensino, Ciências do Mar II, da Universidade Federal do Maranhão. Para tanto, foram amostradas 17 estações de coleta ao longo da PC-MA, dispostas em 2 transectos, perpendiculares ao CEASJ e CESH (Figura 1, Tabela 1).

Tabela 1: Localização geográfica das estações de coleta

REGIÃO AMOSTRAL	ESTAÇÃO	LAT	LONG
<b>Transecto 01 (T1) Perpendicular ao CEASJ</b>	SJ01	2° 11' 29.46" S	43° 43' 49.81" O
	SJ02	2° 6' 12.02" S	43° 38' 51.17" O
	SJ03	2° 0' 54.24" S	43° 33' 52.22" O
	SJ04	1° 47' 58.94" S	43° 21' 42.79" O
	SJ05	1° 40' 40.61" S	43° 14' 50.50" O
	SJ06	1° 33' 33.47" S	43° 8' 8.576" O
<b>Transecto 02 (T2) Perpendicular ao CESM</b>	SM1	2° 30' 20.09" S	44° 25' 0.936" O
	SM2	2° 26' 25.39" S	44° 21' 54.94" O
	SM3	2° 22' 41.78" S	44° 18' 35.94" O
	SM4	2° 19' 1.022" S	44° 15' 13.60" O
	SM5	2° 15' 20.25" S	44° 11' 51.26" O
	SM6	2° 11' 39.49" S	44° 8' 28.92" O
	SM7	2° 6' 54.76" S	44° 4' 7.967" O
	SM8	1° 57' 58.30" S	43° 55' 56.29" O
	SM9	1° 41' 22.81" S	43° 40' 43.89" O
	SM10	1° 30' 58.34" S	43° 31' 11.54" O
	SM11	1° 20' 27.59" S	43° 21' 33.45" O

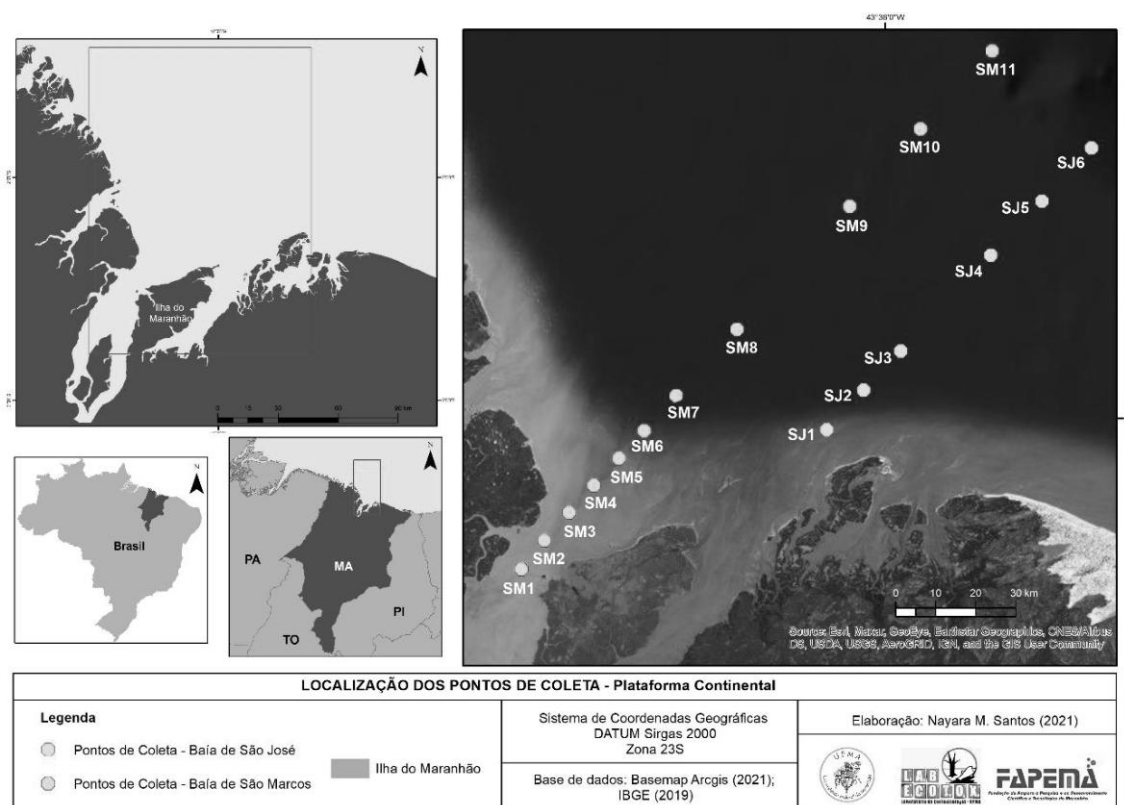


Figura 1: Localização da área de estudo e distribuição das estações na Plataforma Continental do Maranhão. Fonte: Nayara M. Santos (2021)

#### 4.2. Parâmetros físicos e químicos

Em cada estação de coleta foi realizado um perfil vertical da coluna d'água, para a aquisição dos dados de profundidade (m), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) e oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), que foram coletados com auxílio de um CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) EXO2/YSI. Os dados coletados foram tratados posteriormente pelo Laboratório de Hidrodinâmica Costeira, Estuarina e de Águas Interiores (LHiCEAI) e cedidos para o presente trabalho.

Diagrama TS espalhado, através da correlação entre os valores dos parâmetros temperatura (T) e salinidade (S), foram utilizados para identificação das massas d'água presentes na PC-MA (MIRANDA et al., 2002; SILVA et al., 2005; MIRANDA et al., 2017). As massas d'água foram então classificadas, de acordo com Dias et al., (2013), em: Água do Rio (AR) ( $T \leq 29^{\circ}\text{C}$  e  $S 5\text{-}30 \text{ g Kg}^{-1}$ ), Água Costeira (AC) ( $T < 28.5^{\circ}\text{C}$  e  $S \geq 33 \text{ g Kg}^{-1}$ ), Água Tropical (AT) ( $T < 20^{\circ}\text{C}$  e  $S > 36,2 \text{ g Kg}^{-1}$ ), e Água de Frente (AF) ( $T 28\text{-}29^{\circ}\text{C}$  e  $S 30\text{-}33 \text{ g Kg}^{-1}$ ).

#### 4.3. Parâmetros Sedimentológicos

O Material Particulado em Suspensão (MPS) foi amostrado a partir de 5 litros de água coletados com garrafa de Niskin, na superfície (0,5 m abaixo da superfície da água) e fundo (1 m acima do assoalho). As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de 500 ml, em duplicata, e mantidas refrigeradas até a determinação das concentrações de MPS, pelo LHiCEAI, segundo metodologias de Strickland e Parsons (1972). Para tanto, foram utilizadas medidas gravimétricas para detecção do peso do material retido em filtros de fibra de vidro (Millepore AP040, de 47 mm de diâmetro), após filtração das amostras de água, com auxílio de bomba à vácuo.

Para análise de granulometria e matéria orgânica (MO) amostras de sedimento foram coletadas com auxílio de draga do tipo Gibbs, aos quais foram armazenados em sacos plásticos e refrigeradas até determinações. No laboratório, as amostras foram tratadas para a remoção do sal com banho de água destilada e então, secas em estufa a  $60^{\circ}\text{C}$ , até desidratação completa.

Após desidratação, a granulometria foi determinada por métodos convencionais de peneiramento seco para fração grossa ( $> 0,062 \text{ mm}$ ), e pipetagem para frações menores que  $0,062 \text{ mm}$ , segundo a metodologia de Suguio (1973). Os dados granulométricos obtidos após processamento das amostras foram tratados utilizando o software livre

RStudio e o pacote *Rysgran* (GILBERT et al., 2012), e analisados segundo os métodos estatísticos descritos por Folk e Ward (1957).

Já a matéria orgânica (MO) foi determinada através do método da perda por ignição de acordo com metodologia proposta por Heiri et al. (2001), onde 2 g de cada amostra foram pesados e colocados em cadinhos para combustão em forno mufla, numa temperatura de 550 °C, durante 4 horas, para posterior cálculo da porcentagem de MO por diferença gravimétrica. Para eliminação de qualquer tipo de contaminação, os cadinhos foram lavados e secos em forno mufla a 450 °C por um período de quatro horas e pesados em balança analítica (Shimadzu, ATX224).

#### **4.4.Meiofauna**

O sedimento foi coletado com auxílio de draga do tipo Gibbs (com área de abertura de 0,41 m<sup>2</sup>), armazenadas em sacos plásticos, fixadas com formol (10%), e encaminhadas ao Laboratório de Ecotoxicologia (LabEcotox), da Universidade Federal do Maranhão, onde foram processadas.

No laboratório, as amostras foram lavadas, em peneiras sobrepostas de tamanho de 1000, 500 e 38 µm para separação da macrofauna e meiofauna. Em seguida, o material retido na peneira de 38 µm foi dividido em três alíquotas de 100g, pesados em balança analítica da marca BEL Engineering® e novamente conservado em formol a 4%.

Para a extração da meiofauna bêntica do sedimento, cada alíquota foi acondicionada em bécker (1L) e lavada por agitação com jato de água, seguido de decantação (10s), e peneiramento em 38 µm. Este procedimento foi realizado 10 vezes para cada alíquota e o material retido na peneira conservado em formol a 4%, e, em seguida, corado com Rosa de Bengala para facilitar a posterior identificação e contagem dos organismos. Todos os grupos foram quantificados com auxílio de microscópio estereoscópio da marca Zeiss, sob magnificação de 32x e identificados por grupos através da classificação de Brusca e Brusca (2007), Giere (2009), e do site Nemys (GUILINI, et al., 2016; BEZERRA et al., 2019).

#### **4.5.Análise de dados**

Para descrever a comunidade de meiofauna bêntica foram calculados, para cada ponto de coleta, os índices ecológicos de abundância total dos indivíduos (N) por amostra, riqueza de espécie de Margalef (S) (MARGALEF, 1958), diversidade de Shannon-

Weaner ( $H'$ ) (SHANNON; WEAVER, 1963), equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) (PIELOU, 1975) e dominância ( $D$ ) os quais foram calculados pelas fórmulas abaixo:

*Riqueza de espécie de Margalef ( $S$ ):* considera o número de indivíduos de diferentes espécies e o logaritmo do número total de indivíduos. O índice de Margalef é altamente sensível ao tamanho da amostra, embora tente compensar os efeitos amostrais (Magurran, 2004).

$$S = \frac{(s - 1)}{\log N}$$

onde:

$s$  = número de espécies;

$N$  = número total de indivíduos da amostra.

*Diversidade de Shannon-Weaner ( $H'$ ):* considera igual peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988).

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

onde,

$p_i$  = frequência relativa da espécie  $i$ ;

$n$  = número máximo de espécies.

*Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ):* descreve a uniformidade na distribuição das abundâncias relativas dos taxa presentes nas amostras (PIELOU, 1975).

$$J = \frac{H'}{\log n}$$

onde,

$H'$  = índice de diversidade de Shannon-Weiner;

$n$  = número total de taxa

*Dominância (D)*: indica a dominância de táxons nas amostras. Ele varia de 0, onde os táxons estão presentes de forma igual, a 1, onde um táxon domina a amostragem.

$$\sum_i \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

onde,

$n_i$  = número de indivíduos do taxa  $i$ ;

$n$  = número total de indivíduos.

Para o cálculo da frequência de ocorrência (F) foi empregada a seguinte fórmula:

$$F = m * 100 / M$$

onde:

$m$  = número de amostras onde o táxon ocorreu

$M$  = número total de amostras estudadas

A frequência de ocorrência dos táxons encontrados seguiu o critério apresentado por Bodin (1977):

- Distribuição constante: presentes em < 75% das amostras;
- Distribuição muito frequente: presentes em 50% a 75%;
- Distribuição frequente: presentes em 25% a 50%;
- Distribuição rara: ocorreram em menos de 25% das amostras;

A correlação de Pearson foi utilizada para compreender e identificar possíveis associações entre as características ambientais, como profundidade, salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, MPS, MO e composição sedimentar em cada ponto amostral, e considerando intervalos para correlações positivas (> 0) e negativas (< 0). Para identificar os principais componentes responsáveis pela variação dos parâmetros ambientais na área de estudo e suas correlações, tendo como base a matriz de correlação, foi realizada uma Análise Multivariada de Componentes Principais (ACP) com os dados das características ambientais entre as estações de coleta.

A distribuição da meiofauna e suas correlações com as variáveis ambientais foram analisadas estatisticamente através da Análise de Correspondência Canônica (ACC), onde

as variáveis ambientais escolhidas para esta análise partiram de uma matriz de correlação, sendo excluídas as variáveis que, caso presente, alta colinearidade, eliminando assim a redundância de dados. Os dados da abundância de organismos da meiofauna foram previamente normalizados por raiz a quarta, utilizando o índice de *Bray Curtis* para reduzir a influência das espécies dominantes. Já os parâmetros ambientais foram normalizados pela média = 0 e desvio padrão = 1.

As tabelas foram confeccionadas a partir do Excel 2013, e as análises dos dados foram realizadas utilizando o software PAST 4.02 e o software livre *RStudio* (HAMMER, 2016).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Caracterização Ambiental Quanto aos Parâmetros Físicos, Químicos e Sedimentológicos

A caracterização ambiental foi determinada a partir dos parâmetros físico-químicos e sedimentológicos e estão apresentados na Tabela 3. A profundidade da área de estudo variou entre os pontos ao longo dos transectos, apresentando menores valores próximo ao continente, e maiores em direção a borda da plataforma. No transecto 1 (T1), a profundidade variou de 36,9 m (SJ2) a 75,1 m (SJ6), enquanto no transecto 2 (T2), variou de 17,3 m (SM7) a 72,3 m (SM11). A temperatura, apresentou pouca variação entre os pontos amostrais, com valores próximos a 28 °C ao longo de quase toda plataforma, e menores (26,4 e 21,9 °C) somente na borda da plataforma (pontos SJ6 e SM11, respectivamente) onde as profundidades são maiores, variando no T1 de 29,1 (SJ1) a 26,4 °C (SJ6), e no T2 de 29,0 (SM1) a 21,9 °C (SM11).

A salinidade também variou em direção a borda da plataforma, com valores menores próximos ao continente, em SJ1 (31,6 g Kg<sup>-1</sup>) e SM1 (19,1 g Kg<sup>-1</sup>), e maiores na borda da plataforma, em SJ6 (35,3 g Kg<sup>-1</sup>) e SM11 (34,7 g Kg<sup>-1</sup>). Sendo assim, levando em consideração os valores de temperatura e salinidade (Tab. 2), é possível identificar a presença de três massas d'água na PC-MA (Tab. 3): (1) massa d'água do tipo AR nos pontos mais próximos da área costeira do T2, na PCI (SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7); (2) massa d'água do tipo AC nos pontos SJ1, SJ2, SJ3, SJ4, SJ5, localizados no T1, e nos pontos SM8, SM9, SM10, do T2; (3) massa d'água do tipo AT nos pontos SJ6 no T1, e SM11 no T2, ambos localizados na PCE da PC-MA.

Tabela 2: Índices termohalinos encontrados neste estudo, segundo Dias et al. (2013).

Massa de Água	Temperatura (°C)	Salinidade (g Kg <sup>-1</sup> )
Água de Rio (AR)	≤ 29	≤ 30
Água Costeira (AC)	< 28,5	≥ 33
Água Tropical (AT)	< 20	> 36,2

Quanto ao OD, os valores foram homogêneos ao longo dos dois transectos, variando entre 6,2 e 6,8 mg L<sup>-1</sup> (Tab. 3). Já o material particulado em suspensão (MPS) apresentou grande variação, com valores oscilando entre 56,1 (SJ4) e 70,9 mg L<sup>-1</sup> (SJ3) no T1, e entre 55,5 (SM7) e 685,50 mg L<sup>-1</sup> (SM1) no T2, sendo os maiores valores encontrados próximos a costa nos pontos SM1 e SM (685,5 e 164,7 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tab. 3).

Tabela 3: Valores absolutos do fundo, dos dados ambientais obtidos ao longo da malha amostral. Profun. = profundidade; Temp. = temperatura; Sal. = salinidade; AR = água de rio; AC = água costeira; AT = água tropical; OD = oxigênio dissolvido; MPS = material particulado em suspensão.

Transecto	Pontos de Coleta	Profun. (m)	Temp (°C)	Sal (g Kg <sup>-1</sup> )	Massa d'água	OD (mg L <sup>-1</sup> )	MPS (mg L <sup>-1</sup> )
T1	SJ1	40,1	29,1	31,6	AC	6,4	62,9
	SJ2	36,9	29,1	32,2	AC	6,5	63,7
	SJ3	44,4	29,0	33,1	AC	6,5	70,9
	SJ4	53,0	28,9	34,2	AC	6,7	56,1
	SJ5	54,4	28,8	34,2	AC	6,8	57,8
	SJ6	75,1	26,4	35,3	AT	6,7	67,2
T2	SM1	31,1	29,0	19,5	AR	6,2	685,5
	SM2	42,9	29,0	22,0	AR	6,3	164,7
	SM3	36,1	28,8	25,4	AR	6,3	85,0
	SM4	36,9	28,8	26,2	AR	6,3	59,1
	SM5	33,3	28,8	26,6	AR	6,3	69,6
	SM6	33,6	28,9	27,1	AR	6,4	60,2
	SM7	17,3	28,9	28,2	AR	6,4	55,5
	SM8	28,1	29,0	30,6	AC	6,7	70,3
	SM9	38,0	28,9	33,7	AC	6,6	70,9
	SM10	55,6	28,8	34,1	AC	6,7	73,0
	SM11	72,3	21,9	34,7	AT	6,5	75,6

A caracterização granulométrica (Tab. 4) mostrou que, o sedimento da área amostral apresentou classificação média predominantemente de areia, variando de areia muito fina nos pontos SM4 e SJ3, a areia grossa nos pontos mais externos a costa (SM11 e SJ6), com predomínio de areia média na maioria dos pontos amostrais. Os pontos



amostrais SJ6 e SM11 (borda da plataforma) foram os únicos pontos que apresentaram cascalho em seu sedimento com 36,35 e 20,29%, respectivamente.

Quanto ao teor de MO, no geral os valores foram baixos, variando entre 0,05 a 0,62% ao longo de toda a amostragem, sendo os valores máximos encontrados nos pontos mais distantes a costa de ambos transectos, SJ6 (0,62%) e SM11 (0,32%).

Tabela 4: Variação média do sedimento nos pontos ao longo da plataforma continental do Maranhão. PS = pobremente selecionado; MBS = moderadamente bem selecionado; BS = Bem selecionado; MS = moderadamente selecionado.

Transecto	Pontos	Class. Média	Class. Seleção	Mediana (phi)	MO%
<b>T1</b>	SJ1	Areia média	MBS	1,95	0,07
	SJ2	Areia média	BS	1,80	0,12
	SJ3	Areia fina	BS	2,07	0,11
	SJ4	Areia média	BS	1,79	0,07
	SJ5	Areia fina	BS	1,95	0,10
	SJ6	Areia grossa	PS	0,69	0,62
<b>T2</b>	SM1	Areia fina	BS	2,56	0,05
	SM2	Areia média	BS	1,88	0,07
	SM3	Areia grossa	MS	0,87	0,07
	SM4	Areia muito fina	BS	3,25	0,16
	SM5	Areia média	MS	1,62	0,15
	SM6	Areia média	MBS	2,07	0,09
	SM7	Areia média	BS	1,75	0,14
	SM8	Areia média	MS	1,76	0,08
	SM9	Areia média	BS	1,71	0,03
	SM10	Areia média	MBS	1,70	0,07
	SM11	Areia grossa	OS	0,20	0,32

A matriz de correlação de Pearson (Tab. 5) entre as variáveis ambientais revelou correlações positivas entre profundidade e salinidade (0,60), profundidade e OD (0,51), profundidade e MO (0,65), profundidade e cascalho (0,72), salinidade e OD (0,88), cascalho e MO (0,73). Observou-se também correlações negativas entre profundidade e temperatura (-0,68), profundidade e areia (-0,72), salinidade e MPS (-0,62), areia e MO (-0,73), areia e cascalho (-1).

Tabela 5: Matriz de correlação de Pearson (r) entre as variáveis ambientais e as características do sedimento da Plataforma Continental do Maranhão, onde em negrito estão as correlações mais fortes.

	Temperatura	Salinidade	OD	Profundidade	MPS	MO	Cascalho	Areia
Temperatura								
Salinidade	-0,35056							
OD	-0,1811	<b>0,88485</b>						
Profundidade	<b>-0,681</b>	<b>0,60352</b>	<b>0,51537</b>					
MPS	0,094294	<b>-0,62578</b>	<b>-0,53308</b>	-0,19149				
MO	<b>-0,63457</b>	0,35568	0,22591	<b>0,65341</b>	-0,17404			
Cascalho	<b>-0,97814</b>	0,35593	0,18044	<b>0,71751</b>	-0,10522	<b>0,73037</b>		
Areia	<b>0,97814</b>	-0,35593	-0,18044	<b>-0,71751</b>	0,10522	<b>-0,73037</b>	<b>-1</b>	

Em relação a ACP (Fig. 2), o plano bifatorial mostrou explicação de 58,2% para o Eixo 1 e de 25% para o eixo 2, totalizando 83,2% de explicação pelos dois primeiros eixos. Em relação ao Eixo 1, as variáveis ambientais MO, cascalho e profundidade se relacionaram positivamente entre elas, e negativamente com temperatura e areia, apresentando maiores correlações com os pontos SJ6 (6), e SM11 (7), mais distantes a costa. Já as variáveis temperatura e areia, apresentaram maiores correlações com os pontos mais próximos a costa no T1 (SJ1, SJ2, SJ3), e intermediários no T2 (SM6, SM7, SM8, SM9). Já em relação ao eixo 2, as variáveis OD e salinidade se correlacionaram positivamente entre si, nos pontos SJ4, SJ5 e SM10, e negativamente com MPS nos pontos SM1, SM2, SM3, SM4, e SM5, sendo estes pontos mais próximos à costa.

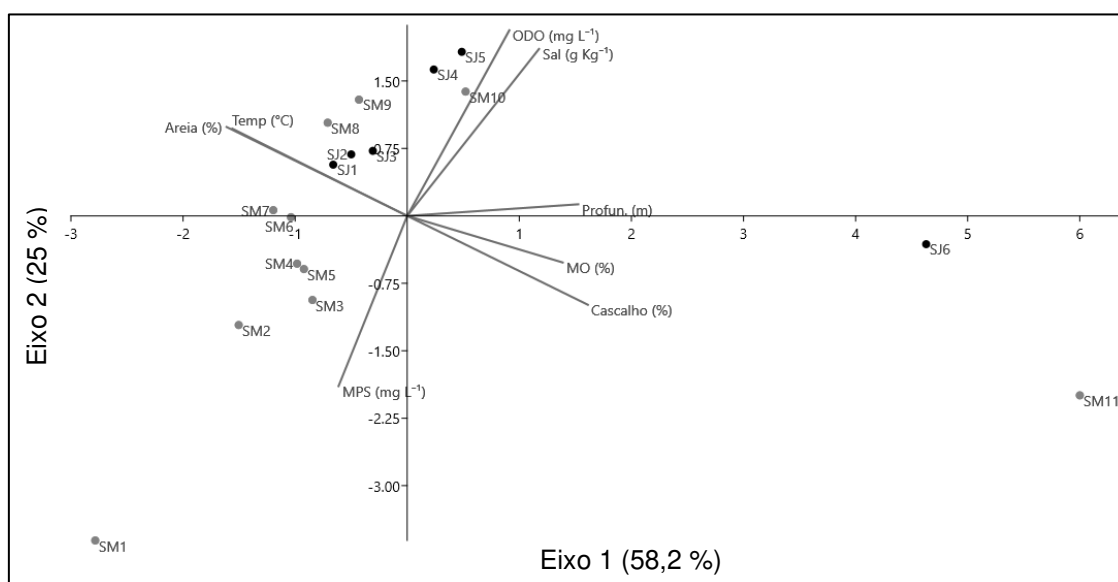


Figura 2: ACP realizada com as variáveis ambientais e as estações de coleta. Abreviações: temp = temperatura, sal = salinidade, prof = profundidade, MO = matéria orgânica, MPS = material particulado em suspensão, casc = cascalho. Em preto, os pontos de coleta localizados no CEASJ. Em vermelho, os pontos de coleta localizados no CESM

## 5.2. Caracterização da Meiofauna

Foram identificados, na PC-MA, 21.073 indivíduos da meiofauna bêntica, distribuídos em 12 grupos taxonômicos, além dos naúplios de Copepoda que foram contabilizados separados devido a sua grande abundância. Os grupos identificados foram: nematoides, copépodes, ostracodas, tanaidáceos, ácaros, tardígrados, oligoquetas, poliquetas, quinorricos, bivalves, gastrotríquios e gastrópodes (Fig. 3).

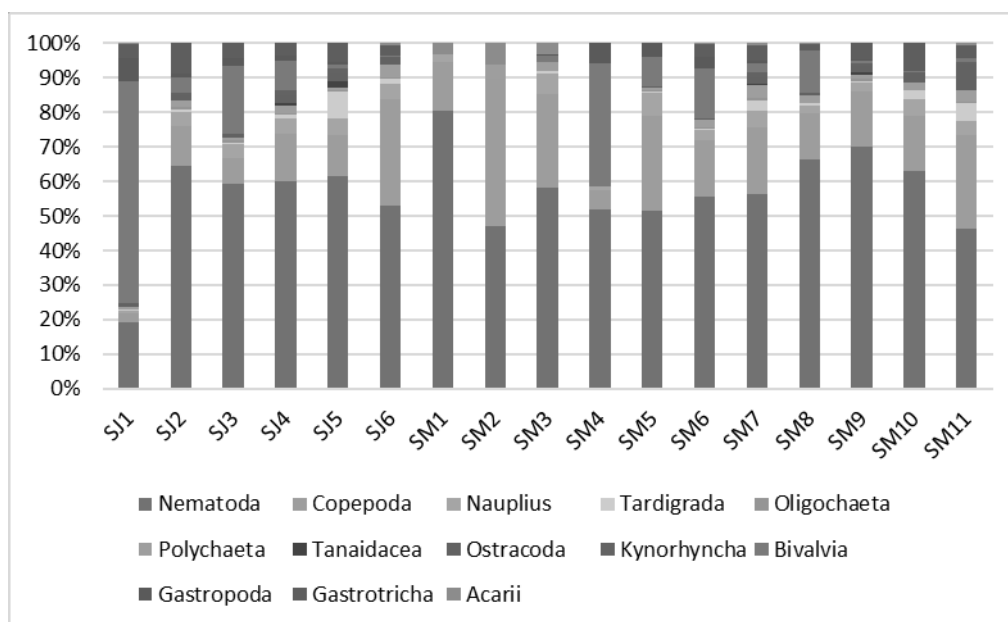


Figura 3: Abundância total em porcentagem de indivíduos por grupo, por ponto de coleta.

Dentre os principais grupos, Nematoda apresentou a maior abundância considerando toda a amostragem (56%), seguidos de Copepoda (18%) e Bivalvia (8%). Oligochaeta, Tanaidacea, Kynorhyncha, Gastropoda e Acarii foram enquadrados como outros, pois não ultrapassaram a abundância de 1% da amostra. Segundo a classificação percentual proposta por Bodin (1977), somente Tanaidacea foi considerada como rara com ocorrência (<25%), e encontrado apenas em 8 amostras analisadas. Já Nematoda e Copepoda, foram os grupos que estiveram presentes em todas as amostras, sendo classificados como constantes, com 75 a 100% de ocorrência, respectivamente. Os grupos Nauplius, Polychaeta e Bivalvia apesar de não estarem presentes em todas as amostras, também apresentaram frequência de ocorrência classificada como constantes (94, 88, 88%, respectivamente). Os demais grupos tiveram uma frequência de ocorrência considerada como muito frequentes (50 a 75% de ocorrência) (Fig. 4).

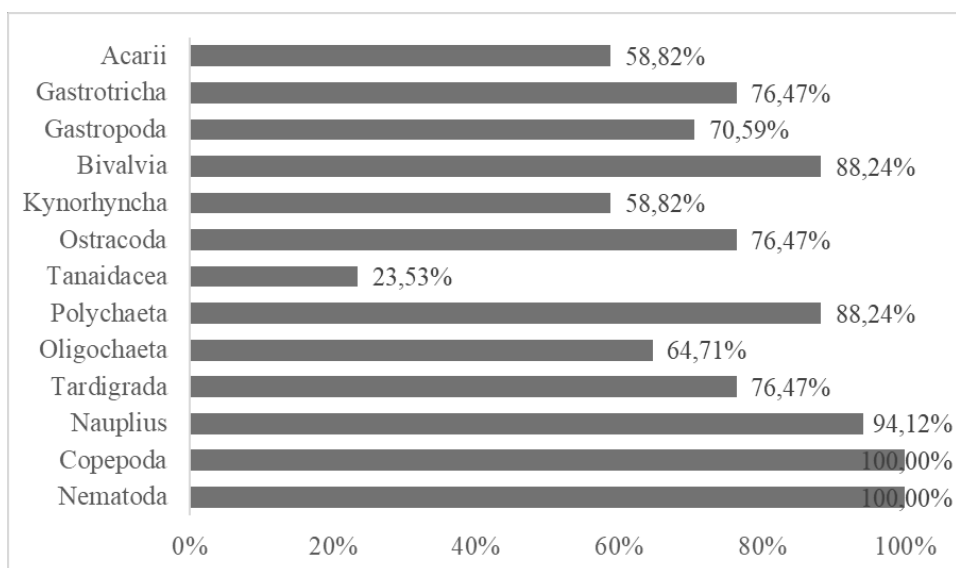


Figura 4: Frequência de ocorrência dos táxons encontrados na Plataforma Continental do Maranhão

Quanto aos descritores ecológicos (Tab. 6), observa-se um aumento na abundância ( $N$ ) de indivíduos em direção à borda da plataforma continental, com os maiores valores para cada transecto em SJ5 (2.904) e SM11 (2.978), e menores em SJ1 (693) e SM2 (22). Já a dominância ( $Do$ ), variou de 0,38 (SJ6) a 0,46 (SJ1) no T1, e de 0,31 (SM11) a 0,67 (SM1) no T2. O índice de diversidade de *Shannon-Weaver* ( $H'$ ) variou de 1,15 (SJ1) a 1,43 (SJ4) no T1, e de 0,63 (SM1) a 1,54 SM11 no T2. A riqueza foi estimada através do cálculo de riqueza de espécie de Margalef ( $S$ ) e os valores variaram de 1,31 (SJ6) a 1,75 (SJ4) no T1, e de 0,64 (SM2) a 1,98 (SM7) no T2. Já para equitabilidade de *Pielou* ( $J'$ ), a variação foi de 0,52 (SJ1) a 0,58 (SJ4 e 5) no T1, e de 0,47 (SM9) a 0,87 (SM2) no T2.

Tabela 6: Descritores ecológicos para os pontos de coleta na Plataforma Continental do Maranhão. N = abundância; Do = dominância; H' = diversidade Shannon-Weaver; S = riqueza de Margalef; J' = equitabilidade de Pielou.

Transecto	Descritores Ecológicos					
	Pontos	N	Do	H'	S	J'
T1	SJ1	693	0,46	1,15	1,53	0,52
	SJ2	766	0,44	1,28	1,68	0,55
	SJ3	1484	0,40	1,31	1,51	0,56
	SJ4	1664	0,40	1,43	1,75	0,58
	SJ5	2904	0,40	1,42	1,50	0,58
	SJ6	2857	0,38	1,28	1,31	0,56
T2	SM1	163	0,67	0,63	0,67	0,50
	SM2	66	0,44	0,90	0,64	0,87
	SM3	162	0,42	1,12	1,17	0,65
	SM4	310	0,43	1,03	0,79	0,67
	SM5	1032	0,36	1,31	1,26	0,62
	SM6	1514	0,37	1,36	1,34	0,61
	SM7	466	0,37	1,44	1,98	0,60
	SM8	1131	0,47	1,14	1,58	0,49
	SM9	669	0,52	1,06	1,60	0,47
	SM10	2214	0,43	1,24	1,26	0,56
	SM11	2978	0,31	1,54	1,62	0,62

### 5.3. Distribuição da Meiofauna em Relação aos Parâmetros Físicos, Químicos e Sedimentológicos

A ACC (Fig. 5), revelou uma relação de 82,25% entre a distribuição de grupos da meiofauna e as variáveis ambientais. Os parâmetros temperatura, MPS, OD, salinidade e MO melhor contribuíram para formação do eixo 1, que explicou 42,87% da distribuição das amostras. Já os parâmetros areia, cascalho e profundidade tiveram maior contribuição na formação do eixo 2, que explicou 39,38% da distribuição das amostras.

O Eixo 1 mostrou que a maior abundância de Nematoda, Copepoda e náuplios de copépodas ocorreram quando o ambiente apresentou maiores concentrações de MPS, enquanto as maiores abundâncias de Oligochaeta e Gastrotricha ocorreram associados as maiores salinidades e concentrações de OD, e as maiores abundâncias de Tanaidacea associadas a maiores concentrações de OD. No Eixo 2, Bilvavia teve maior abundância associados a maiores teores de areia e de temperatura, enquanto as maiores abundância de Polychaeta ocorreu associada a maior presença de cascalho. Já Ostracoda, Tardigrada e Kynorhyncha tiveram suas maiores abundâncias associadas ao aumento da MO e profundidade.

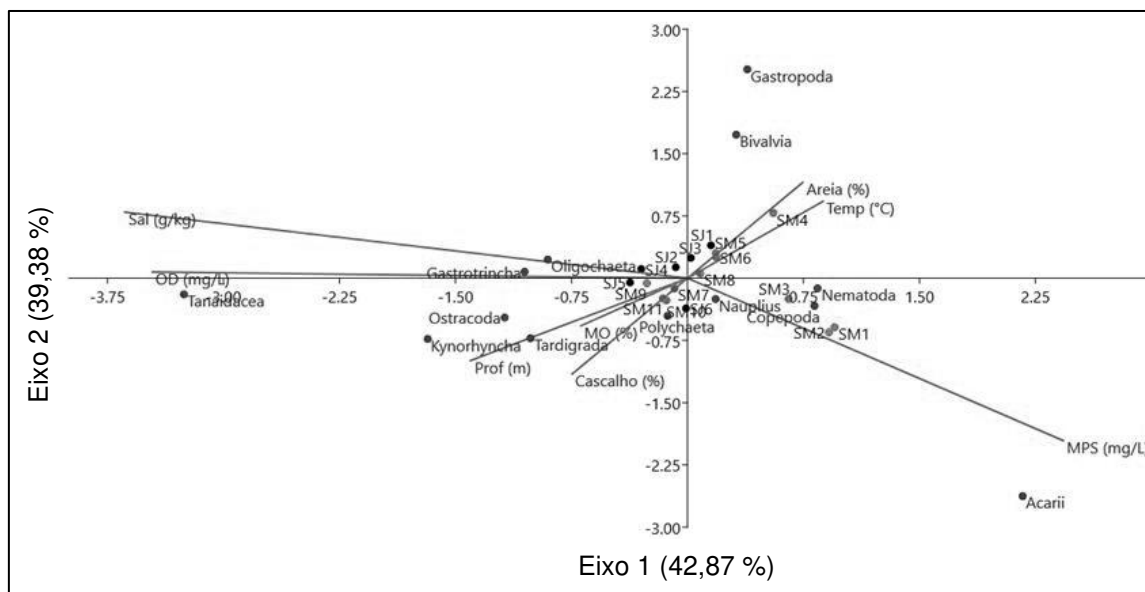


Figura 5: ACC das variáveis ambientais e espécies. Abreviação: temp = temperatura, MPS= material particulado em suspensão, prof = profundidade, MO = matéria orgânica, sal = salinidade, OD = oxigênio dissolvido. Em preto, os pontos de coleta localizados no CEASJ. Em vermelho, os pontos de coleta localizados no CESM.

## 6. DISCUSSÃO

A caracterização ambiental, quanto aos parâmetros físicos, químicos e sedimentológicos, da PC-MA durante o período chuvoso de 2019 (abril), revelou um ambiente com variação espacial bastante homogênea e confirmando a influência de três massas d'água (DIAS et al., 2013) distintas: água de rio (AR), água costeira (AC) e água tropical (AT), evidenciando a influência dos estuários nos pontos próximo à costa, e das águas oceânicas na borda da plataforma. Corroborando com este estudo, Dos Santos et al. (2019) encontraram no período chuvoso a presença da massa d'água do tipo AC no CEASJ, enquanto Lima et al. (2021) encontraram a presença das massas d'água dos tipos AC e AR no CESM.

Segundo Queiroz et al. (2015) nas regiões oceânicas tropicais e subtropicais, há uma estrutura vertical e horizontal de água com pouca mudança física, onde, nessas regiões, a termoclina só ocorre entre as profundidades de 60 m a 120 m. Em relação a temperatura e salinidade, valores semelhantes ao do presente estudo, para a PC-MA, já foram relatados em estudos anteriores na região. Carvalho et al. (2016), estudando a margem oeste da região do Atlântico Equatorial na PC-MA, encontrou valores médios de temperatura na superfície da região, de  $29,01 \pm 0,47$  °C durante o período chuvoso. Pontes e El-Robrini (2008), estudando a PC-MA durante a Operação Norte II do Programa

REVIZEE, encontraram valores similares durante o período seco, com temperaturas máximas e mínimas na superfície de 28,55 e 27,35 °C, respectivamente, e no fundo (40m) de 27,66 e 27,24 °C, respectivamente.

Quanto à salinidade, Lefèvre et al. (2017) encontraram na região do CESM salinidade inferior a 29 g Kg<sup>-1</sup> de maio a julho, e acima de 31 g Kg<sup>-1</sup> de setembro a março. Dos Santos et al. (2020) encontraram na região do CEASJ salinidades menores (8,9 g Kg<sup>-1</sup>) durante a estação chuvosa, onde ocorre a maior descarga de água pluvial. A presença da massa d'água de Rio na PC-MA, evidencia a influência da descarga de água doce no período chuvoso, devido aos altos índices pluviométricos da região, que entre janeiro e maio de 2019 foi de 2328,1 mm (INMET, 2021).

Sendo assim, é possível que durante o período seco a PC-MA seja influenciada somente pela massa d'água costeira (AC) e tropical (AT). Pontes e El-Robrini (2008) encontraram na PC-MA a presença somente da massa d'água do tipo AT durante o período seco, evidenciando que durante o período chuvoso, a presença da massa de água AR ocorre devido aos grandes índices pluviométricos.

Apesar de ser usualmente utilizada a classificação de Dias et al. (2013) para classificar as massas de água para a região de estudo, sabe-se que água de rio (ou água doce) apresenta salinidade igual a zero, segundo a resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005). Portanto, sugere-se que seja feita uma nova classificação de massas d'água para a região, uma vez que não seja adequado classificar como água de rio, um ambiente que apresentou salinidade entre 28,9 a 29,0 g Kg<sup>-1</sup>.

O oxigênio dissolvido (OD) não apresentou grandes variações na PC-MA, indicando um ambiente bem oxigenado e misturado. Segundo Bastos et al. (2005), o OD é importante pelo fato de ser um gás essencial à vida e um indicador das condições ambientais.

Em relação ao MPS, com exceção dos pontos mais próximos ao CESM, SM1 e SM2 do T2, que apresentaram valores de 685,5 e 164,7 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, os demais pontos apresentaram concentrações bastante homogêneas, evidenciando o efeito da descarga do rio Mearim nos pontos dentro da PCI. Segundo Miranda et al. (2002), o aporte de água doce insere grande quantidade de material particulado em suspensão nos estuários.

De acordo com Silva et al. (2007), a PCI do Maranhão é afetada pelo aporte continental de água doce e do material em suspensão, evidenciada pela alta pluviosidade

regional encontrada em seu trabalho. Altos valores de MPS pode ser explicado pela presença da massa de água do tipo AC, que pode barrar hidraulicamente os sedimentos em suspensão, camada nefelóide, oriundos da drenagem continental (CORRÊA, et al., 2019).

Assim como os outros parâmetros ambientais, a caracterização granulométrica da área de estudo revelou um ambiente com predominância de areia devido a hidrodinâmica local, que faz com que não haja deposição de sedimentos finos devido a energia das ondas e correntes de marés (CORRÊA, 2005). Nascimento et al. (2010) ao estudarem a geoquímica do sedimento marinho da plataforma continental do Estado do Ceará até à Bahia (durante o programa REVIZEE de 1995 a 2000), encontraram uma variação entre areia e cascalho ao longo de toda costa estudada. Ainda neste estudo, eles não encontraram sedimentos finos como argila.

Segundo McLachlan e Brown (2006) sedimento de granulometria fina é caracterizado por uma maior capacidade de absorção da matéria orgânica. Neste trabalho, a PCA e a correlação de Pearson (Fig. 2 e Tabela 5) evidenciam essa correlação inversa entre MO e areia, sendo assim, a predominância de areia média pode ser uma possível explicação para os baixos valores de matéria orgânica.

Em relação a composição da meiofauna encontrada na PC-MA (Fig. 3), foi semelhante à registrada por Sajan et al. (2010), Lampadariou e Eleftheriou (2018), e McMahon et al. (2021), em diferentes plataformas continentais (ocidental da Índia, continental oligotrófica de Creta, continental do Mackenzie no Canadá, respectivamente). Nematoda foi o grupo dominante e de maior frequência de ocorrência, seguido de Copepoda. Nematoda tem sido amplamente citado na literatura como o grupo mais abundante em vários ambientes distintos, como estuários (DALTO; ALBUQUERQUE, 2000), plataformas continentais (SAJAN et al., 2010) e praias (BAIA; VENEKEY, 2019).

Embora tenha sido dominante em todos os pontos, observa-se que no ponto SM1, ocorreu o aumento da abundância de nematoides, enquanto a abundância geral de outros grupos foi menor (80 % e 20%, respectivamente) (Fig. 3). Isto refletiu na redução dos valores dos índices de riqueza, equitabilidade e, conseqüentemente, da diversidade. Observa-se também que no ponto SJ1, localizado na PCI, local de alta dinâmica estuarina, bivalves apresentaram maior abundância de indivíduos. Isso pode ter acontecido devido a disponibilidade de alimentos e devido ao tamanho de grãos do sedimento, uma vez que sedimentos com partículas grosseiras são, geralmente, habitats de alta energia e que,



devido à ação de correntes e ondas, oferecem uma maior disponibilidade de alimentos suspensos do que habitats de sedimentos finos (LEVINTON, 1972; SOARES-GOMES; PIRES-VANIN, 2005).

Sabe-se que bivalves são organismos não permanentes na meiofauna, ou seja, pertencem como larvas e juvenis à meiofauna temporária (POSEY et al., 1996; CHRISTINE et al., 2015). Portanto, provavelmente, os bivalves encontrados neste trabalho sejam juvenis, uma vez que a maioria das espécies são pertencentes à macrofauna, tendo apenas um estágio de vida na meiofauna bêntica.

Em relação a abundância total de indivíduos da meiofauna (Tab. 6), é possível observar um aumento em função dos maiores valores de salinidade e profundidade, ou seja, em direção a borda da plataforma. Estudos como o de Coull (1999) e Alves et al. (2009), revelam que a abundância e riqueza da meiofauna tenderam a diminuir do mar em direção à água doce, corroborando os resultados encontrados no presente trabalho. Remane (1934) propôs um modelo de distribuição de espécies para macrozoobentos ao longo do gradiente de salinidade, onde ocorre a diminuição do número de espécies próxima à região menos salina, existindo uma região onde o modelo prevê um mínimo de espécies, chamada de “*Artenminimum*”. Sendo assim, os resultados obtidos para a meiofauna da PC-MA neste trabalho podem ser explicados a partir do modelo de Remane (1934), uma vez que a abundância foi menor em regiões menos salinas. Autores como Remane (1934), e Whitfield et al. (2012) correlacionam o estresse fisiológico devido a variação de salinidade inferior a que os organismos marinhos são submetidos, à diminuição da riqueza da região marinha em direção à água doce.

Já em relação a profundidade, ao contrário dos resultados deste trabalho que não houve um padrão por grupo de indivíduos, autores como Pinto et al. (2018) relataram padrões de redução na abundância relativa de nematóides e aumento da abundância relativa de copépodes e poliquetos da meiofauna, conforme a profundidade fosse maior na plataforma continental de Sergipe e Sul de Alagoas. Esses autores encontraram esses padrões entre as isóbatas de 8 a 16 m (plataforma interna) e isóbatas de 48 a 58 m (plataforma externa). No entanto, assim como no presente trabalho, Bianchelli et al. (2010), mostraram que na margem Portuguesa (Atlântico Norte Oriental), na margem de Catalão (Mar Mediterrâneo Ocidental) e na margem Sul do Adriático (Mar Central do Mediterrâneo), houve aumento da abundância da meiofauna bêntica em relação ao aumento da profundidade.

Usando os critérios de classificação de Magurran (1988) a nível de espécie, onde ele afirma que valores de  $H'=1,5$  é o limite mínimo para que uma comunidade biótica seja considerada em equilíbrio, observa-se que no presente estudo os pontos SM1 e SM2 do T2, apresentaram índice de diversidade muito baixos ( $H'<1$ ), acompanhados de baixo índice de riqueza ( $S<1$ ), sendo classificados como um ambiente em desequilíbrio. Os demais pontos, apesar de apresentarem índice de diversidade um pouco maior que SM1 e SM2 ( $1\leq H'<2$ ), ainda apresentaram valores abaixo de 1,5 (exceção do ponto SM11, com  $H'=1,5$  e  $d=1,6$ ), sendo também classificados como um ambiente em desequilíbrio. De forma geral, a diversidade tende a ser maior em ambientes heterogêneos, sujeitos a uma maior estabilidade climática e a uma frequência intermediária de ocorrência de distúrbios (CONNELL, 1978; HUSTON, 1979). Portanto, pode ser que os valores de diversidade foram influenciados pelas características do ambiente, uma vez que a área onde estão localizados os pontos SM1 e SM2 fazem parte do CESM, ambiente que está situado entre a transição do clima amazônico e semiárido brasileiro, com macromarés, que podem chegar até 7 m de altura (PEREIRA; HARARI, 1995; LIMA et al., 2021). Além disso, a região de estudo é local de alta atividade portuária, o que pode causar estresse para o ambiente.

É difícil estabelecer os reais valores dos índices ecológicos da meiofauna na PC-MA e classificar o ambiente em equilibrado ou desequilibrado, uma vez que foi realizada apenas uma campanha, durante o período chuvoso. Sendo assim, o ideal para que se tenha uma variabilidade sazonal mais confiável da meiofauna é que sejam realizadas campanhas em intervalos amostrais curtos, cobrindo uma estação seca e uma úmida (MARIA et al., 2015; MARIA et al., 2016). Além disso, autores como Elliot e Quintino (2007), Perillo (2009) afirmam que ambientes de transição como sistemas estuarinos, apresentam complexas interações entre a propagação de maré, geomorfologia e descarga fluvial, ocasionando mudanças nas variáveis físico-químicas, como salinidade e temperatura, o que torna esses ambientes aquáticos naturalmente estressados. Por isto, sugere-se que sejam realizadas mais campanhas amostrais na PC-MA, afim de se conhecer o status ecológico do ambiente.

Ainda analisando os índices ecológicos e usando a classificação proposta por Bettencourt et al. (2003) para invertebrados bentônicos a nível de espécie, onde valores de  $H'$  entre 1,0 - 2,0;  $S = 2,5$ ; e  $J'$  entre 0,2 - 0,4 são usados para classificar um ambiente em pobre, podemos observar que a PC-MA é um ambiente pobre, com baixa riqueza

específica e pobremente diversificado. Contudo, é importante ressaltar que, no presente trabalho, foram identificados os organismos apenas a nível de grupo, o que pode comprometer a classificação do ambiente, uma vez que seja bem provável uma grande diversidade de espécies a serem identificadas e descobertas na PC-MA, local de poucos estudos, como já supracitado.

Embora a meiofauna do presente trabalho não tenha sido identificada a nível de espécie, a diversidade de organismos/grupos é semelhante ao observado na literatura global. Segundo Higgins e Thiel (1988), as comunidades de meiofauna são altamente abundantes e diversificadas em ambientes marinhos. Oleszczuk et al. (2021) encontraram, ao longo da plataforma continental do Ártico, 9 grupos da meiofauna, sendo nematoides o grupo com maior quantidade de indivíduos. Pinto et al. (2018), na Plataforma Continental de Sergipe e Sul de Alagoas (Brasil), identificaram 27 táxons da meiofauna, sendo nematoides os indivíduos mais abundantes. Sajan et al. (2010), na plataforma continental ocidental da Índia, registraram 7 grupos da meiofauna, com dominância de nematoides. No presente trabalho, foram identificados 12 grupos da meiofauna, além dos náuplios de copépodes. Nematoides, assim como nos trabalhos supracitados, também foram os indivíduos mais abundantes e dominantes.

Observa-se que nematoides tem sido o grupo mais encontrado e estudado dentro da meiofauna bêntica de plataforma continental. Por exemplo, Lampadariou e Eleftheriou (2018) identificaram 277 espécies de nematoides, pertencentes a 37 famílias e 119 gêneros. Pinto et al. (2018) encontraram nematoides pertencentes a 194 gêneros e 40 famílias. Isso, possivelmente, acontece por que os sedimentos geralmente contêm um grande número de nematoides, compreendendo até 99% da abundância total da comunidade da meiofauna, possuindo grande riqueza de indivíduos e densidades que podem ultrapassar 10.000 indivíduos por 10 cm<sup>2</sup> (HEIP et al., 1985; TRAUNSPURGER et al., 2012; RIDALL; INGLES, 2021).

A identificação de nematoides a nível de espécie são escassos, e a maioria dos nematoides de alto mar ainda não foram identificados (VANREUSEL et al. 2010). A análise de nematoides é uma ferramenta essencial para avaliar as mudanças ambientais ecológicas, pois fornecem dados que podem ser comparados com comunidades de diferentes habitats em escala mundial (HEIP et al. 1985; VANREUSEL et al. 2010). Com isso, sugere-se que, para futuros trabalhos, os nematoides da meiofauna da PC-MA sejam

identificados ao menor grupo taxonômico possível, podendo servir como uma ferramenta de análise ambiental.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) (Fig. 6) mostrou a associação positiva de gastrópodes e bivalves com areia. Giere (2009) afirma que gastrópodes meiobentônicos são encontrados em areias intertidais e subtidais saturadas de água com um sistema intersticial bem desenvolvido de alta permeabilidade e com um rico suprimento de oxigênio. Além disso, segundo Soares-Gomes e Pires-Vanin (2005), habitats de sedimentos finos podem ser inadequados para espécies filtradoras, pois sedimentos ressuspensos podem causar entupimento de estruturas dos organismos filtradores, como os bivalves.

Observa-se também na ACC (Fig. 6), a correlação positiva entre *Oligochaeta* e salinidade e *Oligochaeta* e OD. Ao contrário do encontrado neste trabalho, Baía et al. (2021) sugerem que a maior densidade de *Oligochaeta* está associada a uma menor salinidade, isso por que os oligoquetos são um grupo de animais abundantes em sistemas de água doce (ERSÉUS, 2005; BENBOW, 2009). Além disso, oligoquetos são organismos que possuem alta tolerância ao enriquecimento orgânico e a nível reduzido de oxigênio, fazendo com que esses organismos aumentem sob condições desfavoráveis (CASPER, 1980; SIVADAS et al., 2021).

A salinidade é um fator que controla a distribuição de nematoides (FERRERO et al., 2008; ALVES et al., 2015) e, segundo Ferrero et al. (2008), a faixa de salinidade tem grande influência na distribuição de espécies. De acordo com a ACC (Fig. 6), nematoides se correlacionaram positivamente com MPS e negativamente com salinidade. No ponto onde a abundância de nematoides foi maior (SM1), a salinidade foi a menor em toda a amostragem. Sabe-se que nematoides são diversos, podendo ter representantes em ambientes marinhos e ambientes de água doce (ZULLINI, 1976; HEIP et al., 1985; TRAUNSPURGER et al., 2012; MOENS et al., 2013). Além disso, no presente estudo, os nematoides foram identificados apenas em grande grupo, sendo evidente a importância de futuros trabalhos para que sejam identificados a nível de espécie.

Embora tenha sido encontrado a maior abundância no ponto onde a salinidade foi menor, é importante ressaltar que foi realizada apenas uma campanha amostral, durante o período chuvoso, havendo a necessidade de se realizar mais campanhas amostrais, com o objetivo de se conhecer a influência da salinidade sobre a abundância da meiofauna da PC-MA. Isso por que se sabe que a variação sazonal, assim como a presença de massas

d'água na PC-MA, são influenciadas, principalmente, pela descarga dos rios maranhenses que, durante o período seco, diminui consideravelmente (PONTES; EL-ROBRINI, 2008)

Portanto, neste trabalho, as análises não podem ser baseadas apenas nas características dos sedimentos e nos parâmetros físico-químicos coletados, uma vez que a PC-MA apresentou características de um ambiente homogêneo, formado, em sua grande parte, por areia média, e foi realizada apenas uma campanha amostral, o que pode comprometer algumas análises. Sendo assim, sugere-se que seja feita mais uma campanha de coleta na PC-MA, e que outras variáveis ambientais como clorofila-a e dados físicos como correntes e marés sejam coletadas, e sugere-se também que seja feita uma identificação ao menor nível taxonômico possível da meiofauna, identificando possíveis novas espécies e espécies bioindicadoras que possam servir para estudos posteriores na região.

## **7. CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos com o presente estudo permitiram verificar que:

- A PC-MA, durante o período chuvoso, sofre influência de três massas d'águas distintas: água de rio, água costeira e água tropical.
- Considerando a salinidade, sugere-se uma nova classificação de massas de água para PC-MA: água estuarina, água costeira e água tropical.
- A área de estudo é caracterizada como um ambiente homogêneo, de granulometria composta por areia, com predominância de areia média.
- A estrutura da meiofauna bêntica, baseada em grandes taxa, da PC-MA foi semelhante a composição da maior parte dos trabalhos realizados em plataformas continentais.
- Nematoides foram os organismos dominantes na área de estudo, e estiveram presentes em todas as amostras analisadas, seguidos de copépodes.
- A abundância da meiofauna bêntica da PC-MA aumentou de acordo com a profundidade da área.

## REFERÊNCIAS

- ABEBE, E.; GRIZZLE, R. E.; HOPE, D.; THOMAS, W. K. Nematode diversity in the Gulf of Maine, USA, and a Web-accessible, relational database. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, United Kingdom, 84 (6): 1159–1167, 2004.
- ABEBE, E.; TRAUNSPURGER, W.; ANDRÁSSY, I. **Freshwater nematodes: ecology and taxonomy**. Cabi Publishing, Oxfordshire, UK, 752 p., 2007.
- ALEXEEV, D. K.; GALTSOVA, V. V. Effect of radioactive pollution on the biodiversity of marine benthic ecosystems of the Russian Arctic shelf. **Polar Science**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 183- 195, 2012
- ALMEIDA, Z. S.; PIRES, C. P. T.; DE CASTRO, A. C. L. Distribuição espacial da meiofauna e mixofauna na Plataforma Continental do Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. v. 12, n. 1, p. 1-11, 1999.
- ALONGI, D. M. Benthic processes across mixed terrigenous carbonate sedimentary facies on the central Great Barrier Reef continental shelf. **Continental Shelf Research**, Oxford, v. 9, n. 7, p. 629-663, 1989.
- ALVES, A. S.; ADÃO, H.; PATRÍCIO, J.; NETO, J. M.; COSTA, M. J.; MARQUES, J.C.. Spatial distribution of subtidal meiobenthos along estuarine gradients in two Southern European estuaries (Portugal). **Journal of the Marine Biological Association UK ( JMBA)**. 89, 1529–1540, 2009.
- ALVES, A. S.; CAETANO, A.; COSTA, J. L.; COSTA, M. J.; MARQUES, J. C. Estuarine intertidal meiofauna and nematode communities as indicator of ecosystem's recovery following mitigation measures. **Ecological Indicators**, v. 54, p. 184–196, 2015.
- AMARAL, M. S. Estudo da Distribuição dos Minerais Pesados Presentes na Cobertura Arenosa Superficial da Plataforma Continental do Maranhão. (**Trabalho de Conclusão de Curso**) UFPA, Belém/PA: 58p. 1998.
- Agência Nacional das Águas (ANA). **Conjunto de dados online de séries históricas**. 2021. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 19 de dez. 2021.
- BAIA, E.; VENEKEY, V. Distribution patterns of meiofauna on a tropical macrotidal sandy beach, with special focus on nematodes (Caixa d'Água, Amazon Coast, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 67, 2019.
- BAIA, E.; ROLLNIC, M.; VENEKEY, V. Seasonality of pluviosity and saline intrusion drive meiofauna and nematodes on an Amazon freshwater-oligohaline beach. **Journal of Sea Research**, v. 170, 2021.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrológica no estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Tropical Oceanography** 33: 1-18. 2005

BENBOW, M. E.. Annelida, Oligochaeta and Polychaeta. **Encyclopedia of Inland Waters**, 124-127, 2009.

BETTENCOURT, A.; BRICKER, S.B.; FERREIRA, J.G.; FRANCO, A.; MARQUES, J.C.; MELO, J.J.; NOBRE, A.; RAMOS, L.; REIS, C.S.; SALAS, F.; SILVA, M.C.; SIMAS, T.; WOLFF, W. Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters (TICOR). **INAG and IMAR**, Lisboa, Portugal, 2004.

BEZERRA, T. N., DECRAEMER, W., EISENDLE-FLOCKNER, U., HODDA, M., HOLOVACHOV, O., LEDUC, D., MILJUTIN, D., MOKIEVSKY, V., PENA SANTIAGO, R., SHARMA, J., SMOL, N., TCHESUNOV, A., VENEKEY, V., ZHAO, Z., VANREUSEL, A., **Nemys: World Database of Nematodes**. Disponível em: <http://nemys.ugent.be>. 2019. Acesso em 12. Abr. 2021.

BIANCHELLI, S.; GAMBI, C.; ZEPELLI, D.; DANOVARO, R.. Metazoan meiofauna in deep-sea canyons and adjacent open slopes: A large-scale comparison with focus on the rare taxa. **Deep-Sea Research I**, 57: 420–433, 2010.

BRAGA, M. D. A.; PAIVA, S. V.; GURJÃO, L. M.; TEIXEIRA, C. E. P.; GURGEL, A. L. R.; PEREIRA, P. H. C.; SOARES, M. O. Retirement risks: Invasive coral on old oil platform on the Brazilian equatorial continental shelf. **Marine Pollution Bulletin**, 165, 2021.

BRANCO, J.; PEDRO, S.; ALVES, A. S.; RIBEIRO, C.; MATERATSKI, P.; PIRES, R.; CAÇADOR, I.; ADÃO, H. NATURAL RECOVERY OF ZOSTERA NOLTII SEAGRASS BEDS AND BENTHIC NEMATODE ASSEMBLAGE responses to physical disturbance caused by traditional harvesting activities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, p. 191-202, 2018.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 968 p., 2007.

BODIN, P. H. Les peuplements de Copépodes Harpacticóides (Crustacea) des sédiments meubles de la zone intertidale des côtes charentaises (Atlantique). **Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.**, nouv. Sér., 104: 1-120, 1977.

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology and Evolution** 14, 224-228p. 1999.

CARVALHO, R. C. Q.; CUTRIM, M. V. J.; ESCHRIQUE, S. A.; AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G.; MOREIRA, E. G.; SILVEIRA, P. C. A.; COELHO, J. M. Microphytoplankton composition, chlorophylla-*a* concentration and environmental variables of the Maranhão Continental Shelf, Northern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**. 44 (2): 256-266, 2016.

CASPERS, H. The relationship of saprobial conditions to massive populations of tubificids. **Aquatic Oligochaete Biology**, p. 503-505, 1980.

CASTRO FILHO, B. M., **Correntes e massa de água da plataforma continental norte de São Paulo**. Tese livre docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 246p, 1996.

CHRISTINE, D.; HIEN, N. T.; DAVID, M.; JÉRÔME, J.; MARTINE, B.; HÉLÈNE, A.; LAUREEN, B.; PIERRICK, B. Structure and functional characteristics of the meiofauna Community in highly unstable intertidal mudbanks in Suriname and French Guiana (North Atlantic coast of South America). **Continental Shelf Research**, v.,110, p. 39–47, 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 410/2009 e pela 430/2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama,2019>. Acesso em: 01 de Agosto de 2021.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rainforest and coral reefs. **Science**, Washington, D.C., 199: 1302-1310, 1978.

CORRÊA, I. C. S. Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da baía de Marajó-PA. **Pesquisas em Geociências (UFRGS)**, Porto Alegre, v. 32, n.2, p. 109-118, 2005.

CORRÊA, I. C. S.; WESCHENFELDER, J. Fisiografia do Fundo Oceânico. In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. (Org). **Introdução às ciências do mar**. Pelotas: Textos, cap. 12, p. 44-72, 2015.

CÔRREA, M. C.; SEREJO, J. H. F.; RANGEL, T. S.; OLIVEIRA, B. C. V.; ALMEIDA, M. G.; DIAS, F. J. S.; REZENDE, C. E. Caracterização biogeoquímica da matéria orgânica em um estuário de macromaré localizado na interface Amazônia-semiárido no nordeste do Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, 33(1): 107 - 120, 2019.

COULL, B. C.; BELL, S. S. Perspectives of marine meiofaunal ecology. In: LIVINGSTON, R. J. (eds.) **Ecological Processes in Coastal and Marine Systems**. New York: Plenum Publishing Corporation. 1979.

COULL, B. C. Ecology of the marine meiofauna. In: Higgins, R. P.; Thiel, H. eds. **Introduction to the study of meiofauna**. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 18-38, 1988.

COULL, B. C. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Austral Ecology**, Carlton, v. 24, n. 4, p. 327-343, Aug. 1999.

CORRÊA, I. C. S. Aplicação do Diagrama de Pejrup na Interpretação da Sedimentação e da Dinâmica do Estuário da Baía de Marajó-PA. **Pesquisas em Geociências**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 109, 2005.

CPRM. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Folha São Luís (SA.23-Z-A), Folha Cururupu (SA. 23-X-C) Estado do Maranhão**. Escala 1:250.000. Brasília: 185p. 1994.

DALTO, A. G; ALBUQUERQUE, E. F. Meiofauna distribuion in a tropical estuary of the South- Western Atlantic (Brazil). **Vie Milieu**, v. 50. p. 151-162. 2000.



DANOVARO, R.; GAMBI, C. DELL'ANNO, A.; CORINALDESI, C.; FRASCHETTI, S.; VANREUSEL, A.; VINCX, M.; GOODAY, A. J. Exponential Decline of Deep-Sea Ecosystem Functioning Linked to Benthic Biodiversity Loss. **Current Biology**, 18, 1–8, 2008.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Versão em Língua Portuguesa com Anexos e Acta Final da Terceira Conferências das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (Reprodução de publicações do Ministério dos Negócios Estrangeiros de Portugal). Rio de Janeiro-RJ, MB/DHN, 313p. 1985.

DIAS, F. J. S.; CASTRO, B. M.; LACERDA, L. D. Continental shelf water masses off the Jaguaribe River (4S), northeastern Brazil. **Continental Shelf Research**, Volume 66, 1 September, Pages 123-135. 2013

DI DOMINICO, M.; ALMEIDA, T. C. M. Distribuição Espacial da Meiofauna no Entorno de uma Plataforma de Produção de Petróleo na Bacia de Santos, Norte de Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**., 9(2), p. 23-32, 2005.

ELLIOTT, M., QUINTINO V. The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. **Marine Pollution Bulletin**, 54, 640-645, 2007.

ERSÉUS, C.. Phylogeny of oligochaetous Clitellata. **Hydrobiologia**, 535/536, 357–372, 2005.

FEITOSA, A.C. **Evolução geomorfológica do litoral norte da Ilha do Maranhão**. Dissertação do Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 1989.

FERRERO, T. J.; DEBENHAM, N. J.; LAMBSHEAD, P. J. D. The nematodes of the Thames estuary: assemblage structure and biodiversity, with a test of Attrill's linear model. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**., v. 79, pp. 409-418, 2008.

GARRISON, T. **Fundamentos de oceanografia**. Cengage Learning, 426p., 2010.

GIERE, O. **Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments**. 2nd ed. Berlin Heidelberg: Springer, 527p., 2009.

GOURBAULT. N.; WARWICK, R. M.; HELLÉOUET, M. N. A survey of intertidal meiobenthos (especially nematodes) in coral sandy beaches of Moorea (French Polynesia). **Bulletin of Marine Science**. 57: 476-488, 1998.

GRAY, J. S., ELLIOTT, M., **Ecology of Marine Sediments: Science to Management**, Second ed. Oxford University Press, Oxford, 2009.

GUALBERTO, L. P. S.; EL-ROBRINI, M. Faciologia da cobertura sedimentar superficial da Plataforma Continental do Maranhão. **Estudos Geológicos**, v. 15, p. 234 - 243, 2005.

GUILINI, K.; BEZERRA, T. N.; EISENDLE-FLÖCKNER, U.; DEPREZ, T.; FONSECA, G.; HOLOVACHOV, O.; LEDUC, D.; MILJUTIN, D.; MOENS, T.; SHARMA, J.; SMOL, N.; TCHESUNOV, A.; MOKIEVSKY, V.; VANAUVERBEKE, J.; VANREUSEL, A.; VENEKEY, V.; VINCX, M. **NeMys: World Database of Free-Living Marine Nematodes**. 2016. Disponível

HAMMER, O. **Paleontological Statistics: Reference manual**. Version 3.14. 252p. 2016

HARGUINTEGUY, C. A.; COFRÉ, M. N.; DE WARD, C. T. P. Change in the meiofauna community structure of sandy beaches of the Nuevo Gulf (Chubut, Argentina). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 52(34), 2012.

HEININGER, P.; HÖSS, S.; CLAUS, E.; PELZER, J.; TRAUNSPURGER, W. Nematode communities in contaminated river sediments. **Environmental Pollution** 146, 64-76p., 2007

HEIP, C.; VINCK, M.; VRANKEN, G. The ecology of marine nematodes. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 23, p. 399-489, 1985.

HEIRI, O.; LOTTER, A.; LEMCKE, G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. **Journal of Paleolimnology**, 25(1),101–110, 2001.

HIGGINS, R.; TIEL, H. **Introduction to the study of meiofauna**. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 1988.

HOREL, J. D.; HAHMANN, A. N.; GEISLER, J. E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. **Journal of Climate**, 2(11), p.1388 – 1403, 1989.

HUSTON, M. A general hypothesis of species diversity. **The American Naturalist**, Chicago, 113: 81-101, 1979.

INGOLE, B.; SIVADAS, S.; NANAJKAR, M.; SAUTYA, S.; NAG, A. **A comparative study of macrobenthic Community from harbours along the central West of India**. Environ. Monit. Assess., v. 154, p. 135-146, 2009.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. 2017. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em 19 de dez. de 2021.

JAMES, W. N.; MARK, D. B. **Marine biology: an ecological approach**, Person Education Inc. 2004.

KANG, T.; KIM, D. Meiofauna and nematode community composition in a hydrothermal vent and deep-sea sediments in the Central Indian Ridge. **Marine Pollution Bulletin**, v. 170, 2021.

LAGE, L. M.; COUTINHO R. **Desenho amostral em meiofauna marinha**. Vértices, Campos dos Goytacazes/RJ, 2010.

LEASI, F.; GAYNUS, C.; MAHARDINI, A.; MOORE, T. N.; NORENBURG, J. L.; BARBER, P. H. Spatial and ecological distribution of neglected microinvertebrate communities across endangered ecosystems: meiofauna in Bali (Indonesia). **Marine Ecology**, 37 (5), p. 970-987, 2016.

LAMPADARIOUA, N.; ELEFThERIOU, A. Seasonal dynamics of meiofauna from the oligotrophic continental shelf of Crete (Aegean Sea, eastern Mediterranean). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 502, 91–104, 2018.

LANA, P. da C. A Vida Marinha. In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. (Org). **Introdução às ciências do mar**. Pelotas: Textos, cap. 12, p. 257-279, 2015.

LEFÈVRE, N.; DA SILVA DIAS, F. J.; DE TORRES, A. R.; NORIEGA, C.; ARAUJO, M.; DE CASTRO, A. C. L.; ROCHA, C.; JIANG, S.; IBÁNHEZ, J. S. P.. A source of CO<sub>2</sub> to the atmosphere through out the year in the Maranhense continental shelf (2°30'S. Brazil). **Continental Shelf Research**. 141, 38–50, 2017.

LENINHAN, H. S.; MICHELI, F. Soft-sediment communities. In: Bertness, M. D.; Gaines, S. D.; Hay, M. E. **Marine Community Ecology**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 253-287, 2001.

DE LEONARDIS, C.; SANDULLI, R.; VANAVERBEKE, J.; VINCX, M.; DE ZIO, S. Meiofauna and nematode diversity in some Mediterranean subtidal areas of the Adriatic and Ionian. **Scientia Marina**., v. 71, n. 2, p. 5-13, 2008.

LEVINTON, J. S. Stability and trophic structure in a deposit-feeding and suspension-feeding communities. **The American Naturalist**, 106: 472-486, 1972.

LIMA, H. P.; DIAS, F. J. S.; TEIXEIRA, C. E. P.; GODOI, V. A.; TORRES, A. R.; ARAÚJO, R. S.. Implications of turbulence in a macrotidal estuary in northeastern Brazil - The São Marcos Estuarine Complex. **Regional Studies in Marine Science**, v. 47, p. 101947, 2021.

LIU, X. S.; ZHANG, Z. N.; HUAN, Y. Sublittoral meiofauna with particular reference to nematodes in the southern Yellow Sea, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, New York, v. 71, n. 3-4, p. 616-628, 2007.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press, Princeton, 1988.

, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p. 2004.

MARE, M. F. Study of marine benthic community with especial reference to the microorganisms. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.25, p.517-544, 1942.

MARGALEF, R. Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. **Investigaciones. Pesqueras**., 3: 99-106, 1958.

MARIA, T. F.; WANDENESS, A. P.; DI DOMENICO, M.; VENEKEY, V.; FALCÃO, O.; FONSECA GENEVOIS, V.; DOS SANTOS, P. J. P.; ESTEVES, A. M. Monitoramento da meiofauna bentônica intermareal. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R.

(Org.). **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 217-221, 2015.

MARIA, T. F.; WANDENESS, A. P.; ESTEVES, A. M. State of the art of the meiofauna of Brazilian Sandy Beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, 64(sp2):17-26; 2016.

McLACHLAN, A. Behavioural adaptations of sandy beach organisms: an ecological perspective. In: Chelazzi G; M Vannini (eds) **Behavioral adaptation to intertidal life**. p. 449-475. Plenum Publishing Corporation, New York, New York, 1988.

McLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The ecology of sandy shores**. 2ª ed. New York. Academic Press, 2006.

McMAHON, R.; TAVERAS, Z.; NEUBERT, P.; HARVEY, H. R. Organic biomarkers and Meiofauna diversity reflect distinct carbon sources to sediments transecting the Mackenzie continental shelf. **Continental Shelf Research**, v. 220,2021.

MELLO E SOUSA, S. H.; PASSOS, R. F.; FUKUMOTO, M.; SILVEIRA, I. C. A.; LOPES-FIGUEIRA, R. C.; KOUTSOUKOS, E. A. M.; MAHIQUYES, M. M.; REZENDE, C. E. Mid-Lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: biotopes and controlling ecological factors. **Marine Micropaleontology**. 61(1/3): 40-57. 2006.

MIDDELBURG, J. J.; SOERTAERT, K.; HERMANN, P. M. J. Empirical relationships for use in global diagenetic models. **Deep-Sea Res.** I 44. P. 327-344. 1997

MIRANDA, L. B.; ANDUTTA, F. P.; KJERFVE, B.; CASTRO FILHO, B. M.. **Fundamentals of Estuarine Physical Oceanography**. Springer, 2017.

MIRANDA, L. B.; CASTRO FILHO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. Edusp ed. São Paulo. v. 42, 2002.

MIRANDA, L. B. de. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) e Ilha de São Sebastião (SP)**. (Tese Livre Docente) Departamento de Oceanografia Física, IOUSP, São Paulo, SP. 123 p. 1982.

MOENS, T.; VINCX, M. On the cultivation of free-living marine and estuarine nematodes. **Journal of the Marine Biological Association UK ( JMBA)**. U.K., v. 77, 211 -227p., 1998.

MOENS, T.; SROCZYNSKA, K.; ADÃO, H. Meiofauna in a changing world. **Ecological Indicators**, V. 138, 2022.

MOENS,T.; BRAECKMAN, U.; DERYCKE, S.; FONSECA, G.; GALLUCCI, F.; GINGOLD, R.; GUILINI, K.; INGELS, J.; LEDUC, D.; VANAVERBEKE, J. Ecology of free-living marine nematodes. In: Schmidt-Rhaesa, A. (Ed.) **Handbook of Zoology**. de Gruyter, Berlin, 109-152 p., 2013.

MORAES, M. V. A. R.; MANSO, V. A. V.; FREIRE, G. S. S 2015.. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna do município de Acaraú Ceará Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 1, p. 1-21, 2015.

MORENO, M.; SEMPRUCCI, F.; VEZZULLI, L.; BALSAMO, M.; FABIANO, M.; ALBERTELLI, G. The use of nematodes in assessing ecological quality status in the Mediterranean coastal ecosystems. **Ecological Indicators**, v. 11, 328–336, 2011.

MUEHE, D.; SEQUEIRA GARCEZ, D. A Plataforma Continental Brasileira e sua Relação com a Zona Costeira e a Pesca Mercator. **Revista de Geografia da UFC**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. vol. 4, núm. 8, p. 69-88, julho-dezembro, 2005.

NASCIMENTO, F. S.; FREIRE, G. S. S.; MIOLA, B. Geochemistry of Marine Sediments of the Brazilian Northeastern Continental Shelf. **Brazilian Journal of Oceanography**, 58(special issue PGGM):1-11, 2010

NESHYBA, S. **Oceanography: perspectives on a fluid Earth**. Toronto, John Wiley and Sons. 506 p, 1987.

OLESZCZUK, B.; GRZELAK, K.; KĘDRA, M. Community structure and productivity of Arctic benthic fauna across depth gradients during springtime. **Deep-Sea Research I**, v. 170, 2021.

PEREIRA, J. E. R.; HARARI, J. Modelo numérico tri-dimensional linear da plataforma continental do Estado do Maranhão. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 43: 11-26, 1995.

PERILLO, G. M. E.; PRATOLONGO, P. D.; ELIZABETH CARBONE, M.; PICCOLO, M. C. Biological-physical interactions in estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, vol. 85, no. 1, pp. 5-6, 2009.

PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. Wiley-Interscience, New York. 1975.

PINTO, T. K.; ROCHA, E. M.; FERREIRA, R. C.; DA SILVA, M. C.; GUILHERME, B. C. Meiofauna na Plataforma Continental de Sergipe e Sul de Alagoas. In: CARNEIRO, M. E. R; ARGUELHO, M. L. P. M. (Orgs). **Plataforma Continental de Sergipe e Alagoas: Geoquímica e Comunidade Bêntica**. Sergipe: Editora UFS, cap. 9,p. 250-283, 2018.

PONTES, P. H. P.; EL-ROBRINI, M. Massa d'água da plataforma continental do Maranhão, durante o período seco (Novembro, 1997). **Boletim Laboratório de Hidrobiologia**, 8(21): 17-24. 2008.

PONTES, P. H. P. Identificação e caracterização das massas d'água da Plataforma Continental do Maranhão, durante os períodos seco (Novembro, 1997) e chuvoso (Junho, 1999). Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências. **Dissertação (Mestrado em Geologia)**. Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

PORTNOVA, D. POLUKHI, A. Meiobenthos of the eastern shelf of the Kara Sea compared with the meiobenthos of other parts of the sea. **Regional Studies in Marine Science**, 24, 370–378, 2018.

POSEY, M., LINDBERG, W., ALPHIN, T., VOSE, F. Influence of storm disturbance on an offshore benthic community. **Bulletin of Marine Science**, 59, 523–529, 1996.

QUEIROZ, A. R.; FLORES MONTES, M. J.; KOENING, M. L.; CASTRO MELO, P. A. M.; SILVA, R. A.. Vertical and horizontal distribution of phytoplankton around an oceanic archipelago of the Equatorial Atlantic. **Marine Biodiversity Records**, v. 8, p. e155-11, 2015.

RAMIREZ-LLODRA, E.; PEDERSEN, T.; DEXTER, K. F.; HAUQUIER, F.; GUILINI, K.; MIKKELSEN, N.; BORGERSEN, G.; GYSEGHEM, M. V.; VANREUSEL, A.; VILAS, D. Community structure of deep fjord and shelf benthic fauna receiving different detrital kelp inputs in northern Norway. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 168, 2021.

REMANE, A. Die Brackwasserfauna. **Verhandlungen Der Deutschen Zoologischen Gesellschaft**. v. 36, p. 34-74, 1934.

RIDALL, A.; INGELS, J. Suitability of free-living marine nematodes as bioindicators: Status and future considerations. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 2021.

SAJAN, S.; JOYDAS, T. V.; DAMODARAN, R. Meiofauna of the western continental shelf of India, Arabian Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 86, 665–674, 2010.

SAMARITANO, F. M.; BERNARDINO, J. C. M.; SIEGLE, E.; TESSLER, M. G.; UEMURA, S. Hydrodynamic modeling over a sand wave field at São Marcos Bay, Brazil. In: **Marine and River Dune Dynamics IV, Bruges, Belgium**: [s.n.], 2013.

Dos SANTOS, V. H. M.; DIAS, F. J. S.; TORRES, A. R.; SOARES, R. A.; TERTO, L. C.; CASTRO, A. C. L.; SANTOS, R. L.; CUTRIM, M. V. J. Hydrodynamics and suspended particulate matter retention in macrotidal estuaries located in Amazonia-semiarid interface (Northeastern-Brazil). **International Journal of Sediment Research**, v. 35, 417-429, 2020.

SCHRATZBERGER, M., INGELS, J. Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 502, 12-25, 2018.

SCHRATZBERGER, M.; SOMERFIELD, P. J. Effects of widespread human disturbances in the marine environment suggest a new agenda for meiofauna research is needed. **Science of The Total Environment**, v. 728, 2020.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, Chicago, 1963.

SILVA, A. C.; ARAÚJO, M.; BOURLÈS, B. Variação sazonal da estrutura de massas de água na Plataforma continental do Amazonas e área oceânica adjacente. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 2, p- 145-157, 2005.

SILVA, A. C.; ARAÚJO, M.; PINHEIRO, L. S. Caracterização hidrográfica da Plataforma Continental do Maranhão a partir de dados oceanográficos medidos, remotos e modelados. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n. 3, p. 281-294, 2007.

SIVADAS, S. K.; GUPTA, G.V.M.; KUMAR, S.; INGOLE, B. S. Trait-based and taxonomic macrofauna community patterns in the upwelling ecosystem of the southeastern Arabian sea. **Marine Environmental Research**, 170, 2021.

SOARES-GOMES, A.; PIRES-VANIN, A. M. S. Bivalve Mollusk Assemblages on São Paulo's Northern Continental Shelf, Southeast Brazil. **Brazilian Journal Biology**., 65(4): 717-727, 2005.

STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R., **A Practical Handbook of Seawater Analysis**, 2nd ed. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, n 167, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 1972.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. SUDENE **Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil** Departamento de Recursos Naturais. Recife. 1980.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Editora Edgar Blücher LTDA/EDUSP, São Paulo, 317 pp. 1973.

TSELEPIDES, A.; LAMPADARIOU, N. Deep-sea meiofaunal community structure in the Eastern Mediterranean: are trenches benthic hotspots? **Deep-Sea Research I**, 51: 833–847, 2004.

TOMCZAK, M. Some historical, theoretical and applied aspects of quantitative water mass analysis. **Journal of Marine Research**, (57), 275-303. 1999.

TRAUNSPURGER, W.; MAJDI, N. **Meiofauna. In: Methods in Stream Ecology**, v. 3, p. 273 – 295, 2017.

TRAUNSPURGER, W.; WITTHÖFT-MÜHLMANN, S. A. H.; WESSELS, M.; GÜDE, H. Meiobenthic community patterns of Lake Constance: relationships to nutrients and abiotic parameters in an oligotrophic deep lake. **Fundamental and Applied Limnology**, 180, 233-248p, 2012.

VALENTIN, J. L.; MUELBERT, J. H. Ambientes Marinhos. In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. (Org). **Introdução às ciências do mar. Pelotas: Textos**, cap. 12, p. 257-279, 2015.

VANREUSEL, A.; FONSECA, G.; DANOVARO, R.; SILVA, M. C.; ESTEVES, A. M.; FERRERO, T.; GAD, G.; GALTSOVA, V.; GAMBI, G.; GENEVOIS, V. F.; INGELS, J.; INGOLE, B.; LAMPADARIOU, N.; MERCKX, B.; MILJUTIN, D.; MILJUTINA, M.; MUTHUMBI, A.; NETTO, S.; PORTNOVA, D.; RADZIEJEWSKA, T.; RAES, M.; TCHESUNOV, A.; VANAVERBEKE, J.; GAEVER, S.; VENEKEY, V.; BEZERRA, T. N.; FLINT, H.; COPLEY, J.; PAPE, E.; ZEPELLI, D.; MARTINEZ, P. A.; GALERON, J. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. **Marine Ecology**. (31): p. 6-20, 2010a.

VANREUSEL, A.; DE GROOTE, A.; GOLLNER, S.; BRIGHT, M. Ecology and biogeography of free-living nematodes associated with chemosynthetic environments in the deep sea: a review. **PLoS One**, v. 5, p. 12449–12449, 2010b.

VITAL, H.; SILVEIRA, I. M.; AMARO, V. E. Carta Sedimentológica da Plataforma Continental Brasileira –Área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geofísica**. 233-241p., 2005.

WHITFIELD, A.K., ELLIOTT M., BASSET ,A., BLABER S.J.M., WEST, R.J. Paradigms in estuarine ecology e A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v.97 p.78-90, 2012.

ZEPPILLI, D.; SARRAZIN, J.; LEDUC, D.; ARBIZU, P. M.; FONTANETO, D.; FONTANIER, C.; GOODAY, A. J.; KRISTENSEN, R. M.; IVANENKO, V. N.; SØRENSEN, M. N. Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts? **Marine Biodiversity**, 45, p. 505-535, 2015.

ZULLINI, A. Nematodes as indicators of river pollution. **Nematologica Mediteranea** 4: 13-22p., 1976.