

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

LAIS RODRIGUES ROCHA

COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BÊNICA
DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO, BRASIL

SÃO LUIS

2022

LAIS RODRIGUES ROCHA

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BÊNICA
DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada em cumprimento
às exigências do Programa de Pós-
Graduação em OCEANOGRAFIA /
UFMA como parte dos pré-requisitos
para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Marianna Basso Jorge

Co-orientadora: Dra. Luana da Costa Monteiro

São Luís

2022

Rodrigues Rocha, Lais.

Composição e distribuição espacial da macrofauna
bêntica da Plataforma Continental do Maranhão, Brasil /

Lais Rodrigues Rocha. - 2022.

49 p.

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
Luis, Maranhão, 2022.

1. Bivalvia. 2. Gastropoda. 3. Índices Ecológicos.
4. Massa d'água. 5. Parâmetros Ambientais. I. Basso
Jorge, Marianna. II. da Costa Monteiro, Luana. III.
Título.

LAIS RODRIGUES ROCHA

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA BÊNICA
DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO, BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Marianna Basso Jorge
Orientador

Prof^a. Dr^a. Andrea Christina Gomes de Azevedo Cutrim
Examinador Externo

Prof. Dr. Francisco Jose da Silva Dias
Examinador Interno

Dedico este trabalho aos meus pais e amigos que
sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser tão bondoso e está sempre comigo, obrigada por me dar forças para enfrentar uma pandemia e está aqui hoje fazendo ciência.

À Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia que contribuíram para minha formação. E a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pela concessão da bolsa de mestrado.

À Prof^a Dr^a Marianna Basso Jorge, por ser uma pessoa incrível como professora, orientadora e amiga. Obrigada por não desistir do meu trabalho e sempre está me apoiando.

À Prof^a Dr^a Luana da Costa Monteiro que topou mesmo morando do outro lado do mundo ser minha co-orientadora, e mesmo com toda essa distância sempre foi presente.

Ao meu querido amigo de laboratório Kerllon Rayanderson Kendrick Garcia Amorim, por sempre está ao meu lado desde a graduação.

Ao LabEcotox, por toda a estrutura fornecida e todos os companheiros de laboratório em especial Cadijatu Djalo.

Aos meus pais Delson Rocha e Rosangela Rocha, e aos meus irmãos Mackson Rocha e Bruno Rocha que sempre apoiaram o meu sonho e fizeram de tudo para que ele se realizasse. Amo vocês!

Ao meu esposo Leonardo Apollo, por todo incentivo e confiança, por compartilhar de todas as alegrias e tristezas ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos que de alguma forma contribuíram na elaboração do presente estudo. Obrigada!

"A persistência é o caminho do êxito." (Charles Chaplin)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta Continental do Maranhão. Fonte: Elaborada pelo autor.	19
Figura 2. Valores absolutos dos dados ambientais obtidos ao longo do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA. A) Temperatura (°C); B) Profundidade (m); C) Salinidade (g kg ⁻¹); D) Massa d'água; E) Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹); F) Material Particulado em Suspensão.	26
Figura 3. Diagrama de classificação de Pejrup (1988) para os sedimentos do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA.....	28
Figura 4. ACP realizada com as variáveis ambientais (profundidade, salinidade, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, temperatura, material particulado em suspensão e granulometria) e os pontos de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA.....	29
Figura 5. Abundância relativa em porcentagem de indivíduos, por ponto de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA.....	30
Figura 6. Descritores ecológicos para os pontos de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA. Do = dominância; H' = diversidade Shannon-Wiener; S = riqueza; J' = equitabilidade de Pielou.	31
Figura 7. ACC das variáveis ambientais (profundidade, salinidade, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, temperatura, material particulado em suspensão e granulometria) e grupos mais abundantes da macrofauna bêntica (Gastropoda e Bivalvia).	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Granulometria e % de matéria orgânica nos pontos ao longo do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA..... 27

Tabela 2. 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. Temp = Temperatura, Salin = Salinidade, Casc = Cascalho 28

RESUMO

Este estudo apresenta uma avaliação sobre a composição e distribuição espacial da macrofauna bêntica que são organismos retidos em malhas de 0,5 mm até 5 cm, e que vivem associados ao substrato na Plataforma Continental do Maranhão. Ao todo foram obtidas 24 amostras distribuídas em três transectos durante o período chuvoso de abril de 2019, a bordo do navio Ciências do Mar II. A caracterização ambiental sugere um ambiente com variação espacial homogênea como predominância de areia, alta hidrodinâmica, baixa concentração de matéria orgânica, alta temperatura ($>21,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), elevada salinidade ($>17\text{ g kg}^{-1}$), bem oxigenado ($>6,2\text{ mg L}^{-1}$), e com a influência de três massas de água: água de rio, água costeira e água tropical. A abundância relativa da macrofauna bêntica foram de 201.288 organismos, distribuídos em seis grupos taxonômicos. Dentre os principais grupos, Gastropoda exibiu a maior abundância (59%), seguido de Bivalvia (30%). Os índices ecológicos indicam um ambiente com baixa riqueza ($S<5$) e diversidade ($H'<1$), com distribuição heterogênea dos grandes grupos, representado pela baixa equitabilidade ($J'<0,5$) e elevada dominância ($Do>0,5$). Quanto à influência dos parâmetros ambientais sobre a macrofauna bêntica é possível observar uma maior abundância de Bivalvia associada com os parâmetros areia, temperatura e oxigênio dissolvido, e de Gastropoda associada com material particulado em suspensão, matéria orgânica, cascalho e profundidade.

Palavras-chave: Bivalvia; Gastropoda; Índices Ecológicos; Massa d'água; Parâmetros ambientais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Macrofauna Bêntica	14
2.2 Plataforma Continental	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 Geral	18
3.2 Específicos	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Área de estudo e Delineamento Amostral	19
4.2 Parâmetros ambientais	20
4.3 Macrofauna bêntica	21
4.4 Processamento de dados	22
5. RESULTADOS	25
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A macrofauna bêntica pode ser definida como um grupo de organismos que ficam retidos em malhas de 0,5 mm até 5 cm, e que vivem associados ao substrato (CORBISIER, 2021). Seus representantes mais abundantes pertencem aos grupos Decapoda, Mollusca, Polychaeta e Echinodermata (CALAZANS, 2011). Apresentam diversas funções dentro do habitat onde estão presentes, influenciando o ambiente onde vivem, através de processos como bioturbação e bioconstrução, enquanto se alimentam, escavam e constroem tocas (SNELGROVE, 1999; ZALMON *et al.*, 2013). Além disso, também atuam como uma das principais conexões entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores (HARTWELL; FUKUYAMA, 2015).

Os padrões de distribuição espacial e abundância da macrofauna bêntica são influenciados pela estrutura do ambiente físico como, por exemplo, as características geomorfológicas, tipo e/ou grau de pressão antropogênica e condições oceanográficas (RODIL; LASTRA, 2004; BAE *et al.*, 2018). Sendo assim, qualquer comunidade se torna sujeita a flutuações temporais e espaciais em diferentes escalas (UNDERWOOD, 1989).

As margens continentais são regiões em que ocorrem a transição entre os continentes e as bacias oceânicas, sendo dividida em três compartimentos fisiográficos: plataforma, talude e sopé (CORBISIER, 2021). As plataformas continentais são as regiões mais próximas aos continentes, sendo importante o seu estudo por estarem diretamente relacionadas com diversas atividades antrópicas, as questões territoriais, produtividade costeira, diversidade de espécies, pesca e extração de recursos minerais e energéticos (HARRIS; BAKER, 2011; BRAGA *et al.*, 2021).

No Brasil, os estudos sobre macrofauna bêntica em plataforma continental concentram-se nas regiões Sul e Sudeste (ZALMON *et al.*, 2013; ALVES, 2014; LAVRADO *et al.*, 2017). Na plataforma Norte e Nordeste os principais estudos começaram através do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva- REVIZEE, em decorrência da necessidade de se conhecer a Biota da Zona Econômica Exclusiva brasileira para assim, poder ocupar e explorar esta região (CABRAL *et al.*, 2000). Para o Maranhão, ainda são poucos os estudos realizados na plataforma continental. Atualmente, tem-se de estudo o trabalho de monografia de AMORIM (2018), que identifica a macrofauna de gastrópodes da plataforma continental.

Sendo assim, levando em consideração que o conhecimento e monitoramento da macrofauna benthica fornece informações relevantes sobre o ambiente como um todo e dos efeitos de perturbações nos sistemas marinhos (AGARD *et al.*, 1993; BESSA *et al.*, 2014; GONÇALVES; MARQUES, 2017), o objetivo deste trabalho foi descrever a composição e distribuição espacial da macrofauna benthica na plataforma Continental do Maranhão no período chuvoso.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Macrofauna Bêntica

A palavra bentos, do grego *bentós*, significa profundidade e por derivação originou os termos bêntico ou bentônico na literatura científica em português, e refere – se, aos organismos que de alguma forma estão associados a sedimentos marinhos ou a algum substrato vegetal ou animal (LANA, 2017; PIRES-VANIN, 2008). De acordo com o seu tamanho a fauna bêntica pode ser classificada como megafauna (>50mm), macrofauna (entre 0,5 e 50 mm), meiofauna (entre 0,063 e 0,5mm) e microfauna (<0,063mm) (CORBISIER, 2021).

A macrofauna bêntica é caracterizada por abundância de espécies, ampla distribuição, diversas relações de nutrientes e pode ser classificada de acordo com o seu modo de vida, mobilidade e hábito alimentar (THOMPSON; LOWE, 2004; CORBISIER, 2021). Quanto a sua classificação, a macrofauna pode ser classificada pelo seu modo de vida em epifauna e endofauna, quanto a sua locomoção em sésseis, sedentários e errantes, e de acordo com seu hábito alimentar em filtradores, herbívoros, carnívoros ou necrófagos (CORBISIER *et al.* 2021).

São componentes importantes da plataforma continental e desempenham papéis cruciais no funcionamento dos ecossistemas marinhos, como por exemplo, os organismos depositívoros, biotubadores e construtores que ajudam a estabilizar o substrato (THRUSH; DAYTON 2002; CASTRO, 2011). Além disso, a macrofauna bentônica contribui na formação do sedimento marinho, através de restos orgânicos como carapaças silicosas e carbonáticas que se acumulam originando o sedimento biogênico (THURMAN, 1997; GARRISON, 2010).

De acordo com Bemvenuti e Colling (2010) a distribuição da comunidade bêntica está associada a um conjunto de fatores como variações na salinidade, teor de oxigênio dissolvido, profundidade, tipo de substrato, grau de dinamismo e padrão de correntes, além das interações ecológicas, como a pressão de predação. Portanto, é fundamental a utilização de ferramentas, tais como os descritores ecológicos, para complementar dados físicos e químicos, e facilitar uma avaliação mais abrangente e acurada do ambiente (ANGERMEIER; DAVIDEANU, 2004).

Os descritores ecológicos reúnem informações de todas as espécies encontradas no local, sendo exemplo desses descritores os índices de diversidade, que levam em consideração a abundância de indivíduos na comunidade; a riqueza, que considera a quantidade de grupos na amostra; ou ainda, pelos índices de equitabilidade que avaliam a distribuição dos indivíduos dentro do grupo ou em uma área (ZANZINI, 2005).

Como as comunidades são dependentes da integridade do ambiente, na maioria dos índices os valores aumentam de acordo com a qualidade deste (WHITFIELD; ELLIOTT, 2002; ELLIOTT; QUINTINO, 2007). Exceção, é o índice de Dominância que indica baixa integridade ambiental quando uma comunidade tem dominância de poucas espécies com muitos indivíduos (DIAS *et al.*, 2021).

Sendo assim, estudos da macrofauna bêntica é uma importante forma de monitoramento das condições ambientais, fornecendo conhecimentos que podem ser aplicados como ferramenta para a investigação e manejo das atividades humanas e seus impactos sobre o ambiente (KENNISH *et al.*, 2004; HARRIS; BAKER, 2011).

Os primeiros dados sobre a macrofauna bêntica na plataforma continental brasileira foram realizados nas regiões Sul e Sudeste através de trabalhos como Pires-Vanin (1993), que estudou a macrofauna da plataforma continental de Ubatuba. Entre 2006 e 2014 temos os trabalhos de Capítoli e Bemvenuti (2006) na plataforma continental do Rio Grande, Pratoli (2010) na plataforma interna do Paraná, Zalmon *et al.* (2013) na plataforma continental do Rio de Janeiro, e Alves (2014) na plataforma continental de Ubatuba. Recentemente temos o trabalho de Fernandes *et al.* (2020) na plataforma continental do Rio de Janeiro.

Já na plataforma continental do norte e nordeste temos os trabalhos de Aller e Stupakoff (1996) na plataforma continental do Pará, Martins e Rocha (1998) na plataforma continental oeste do Estado do Ceará, Filho e Freitas (2004) na plataforma continental externa entre o Piauí e Bahia, Nascimento *et al.* (2017) na plataforma continental de Sergipe e Silva (2018) na plataforma continental do litoral sul de Pernambuco.

2.2 Plataforma Continental

As plataformas continentais se estendem da linha de costa até o limite superior do talude, onde há um aumento acentuado no gradiente de profundidade (TAGLIARO, 2021). Elas compreendem uma área de cerca de 27 milhões de km², equivalendo a 7% da área de superfície dos oceanos (HARRIS; BAKER, 2011). Possui importância em vários setores, como o petrolífero (ACHEAMPONG, 2022), de recursos minerais (MARQUES *et al.*, 2019), de pesca industrial e turismo (AGARDY *et al.*, 2005; BENNETT, 2019), e para a qualidade de vida das pessoas, apoiando a subsistência humana e fornecendo valores culturais, espirituais e estéticos (AGARDY *et al.*, 2005).

A Plataforma Continental Brasileira (PCB) possui 8.000 km de extensão e está localizada na porção centro-ocidental da Plataforma Continental Sul-americana, ocupando 75% da mesma, além de ser parte integrante de sua zona estável (MUEHE; GARCEZ, 2005; GOES; JUNIOR, 2017). Dentro da PCB, está inserida a plataforma continental do Maranhão (PC-MA) com 640 km de extensão desde a foz do rio Gurupi (PA) até a foz do rio Parnaíba (PI), sendo classificada em: (1) Plataforma Continental Interna (PCI), área limitada pela isóbata de 40m com elevada energia de maré; (2) Plataforma Continental Média (PCM) área com maior inclinação, situada entre as isóbatas de 40 e 60m; e (3) Plataforma Continental Externa (PCE) localizada na isóbata de 60 e 80m, apresentando relevo irregular que sugere uma formação de bancos de algas paralelos à quebra do talude (GUALBERTO; EL-ROBRINI, 2005).

A PC-MA apresenta na sua dinâmica algumas características que a distingue das demais plataformas, seja por sua geomorfologia compostas por diversas feições como bancos arenosos, banco de corais e a depressão Maranhense, seja por sua dinâmica com uma das maiores variações de maré (7,2m) da costa brasileira (EL-ROBRINI *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2021). Além disso, está inserida na margem equatorial brasileira, que apresenta condições meteorológicas e oceanográficas específicas, com elevadas precipitações anuais (até 3.300 mm), altas temperaturas (>20 °C) baixa variação térmica anual, influência da Corrente Norte do Brasil (CNB), e descarga de águas continentais de estuários como o Complexo Estuarino de São Marcos (CESM) e Complexo Estuarino do Arraial/São José (CEASJ) (PEREIRA; HARARI, 1995; ROLLNIC *et al.*, 2020).

O CESM e o CEASJ deságuam na margem equatorial brasileira, formando um vasto sistema estuarino, que se conectam através do Estreito dos Mosquitos. Apresentam

o regime de macromaré com alturas de onda podendo atingir 7m e correntes chegando a 2m/s, podendo influenciar áreas distantes de até 150km do litoral (PEREIRA; HARARI, 1995; LIMA *et al.*, 2021). Os aportes fluviais nos complexos, são abastecidos principalmente pelas Bacias Hidrográficas do Mearim e Itapecuru, com a vazão média de 567,18 e 267,1 m³/s⁻¹, respectivamente (BRASIL, 2006; LIMA *et al.*, 2021; SANTOS, *et al.*, 2020).

As características citadas anteriormente fazem do CESM, a Área Portuária de São Luís, considerado o segundo maior complexo portuário da América Latina e um dos maiores do mundo em termos de movimentação de carga que abrange grandes empreendimentos como o Terminal Portuário de Ponta da Madeira (TPPM), da Vale S.A., o Porto do Itaqui, da EMAP (Empresa Maranhense de Administração Portuária), o Porto da ALUMAR (Consórcio de Alumínio do Maranhão), e o Porto de Ponta da Espera (GARCIA, 2007).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal mecanismo climático de geração de chuvas na região (PINHEIRO, 2017). Assim, se evidenciam dois períodos bem definidos de pluviosidade: (i) um chuvoso, onde os registros máximos oscilam entre os meses de março, abril e maio, quando a ZCIT está posicionada ao sul da linha do equador, apresentando vento de NE, que trazem massa de ar; (ii) e outro seco, onde as menores médias pluviométricas mensais ocorrem em setembro, outubro e novembro, quando a ZCIT enfraquece, associada aos ventos alísios de SE (FIGUEROA; NOBRE, 1990; BRASIL, 2018; LIMA *et al.*, 2021).

Essas variáveis físico e químicas são frequentemente usadas para caracterizar massas de água ao longo das plataformas continentais e as águas costeiras adjacentes (BRAGA *et al.*, 2008). As massas de água são definidas como uma grande porção de água com um volume mensurável e que ocupam um lugar finito nos oceanos, com características próprias de temperatura e salinidade, que juntos podem regular a vida do ambiente marinho (TOMCZAK, 1999). Desse modo, fica evidente a necessidade da realização de pesquisas que envolvam a geração de conhecimento sobre os aspectos ambientais e a dinâmica ecológica da macrofauna bêntica na plataforma, devido à importância regional e global desses ecossistemas.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar a composição e distribuição espacial da macrofauna benthica da PC-MA no período chuvoso.

3.2 Específicos

- Caracterizar os parâmetros ambientais tais como: temperatura, profundidade, salinidade, massa d'água, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, granulometria e matéria orgânica dos pontos de coleta;
- Identificar a comunidade de macrofauna benthica da PC-MA;
- Caracterizar a PC-MA quanto os descritores ecológicos de abundância relativa, riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância de espécies;
- Relacionar a distribuição da macrofauna benthica com os parâmetros ambientais;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo e Delineamento Amostral

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas $1^{\circ} 33' 33.47''$ S e $1^{\circ} 5' 24.62''$ S, e $43^{\circ} 8' 8.576''$ W e $43^{\circ} 31' 5.140''$ W (Anexo 1), posicionando-se perpendicularmente ao CEASJ, CESM e a baía de Cumã (Figura 1). A coleta foi realizada em abril de 2019 a bordo do navio de ensino e pesquisa Ciências do Mar 2, da Universidade Federal do Maranhão em 24 pontos amostrais, distribuídos em três transectos denominados de Arraial/São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7), ao longo da PC-MA (Figura 1).

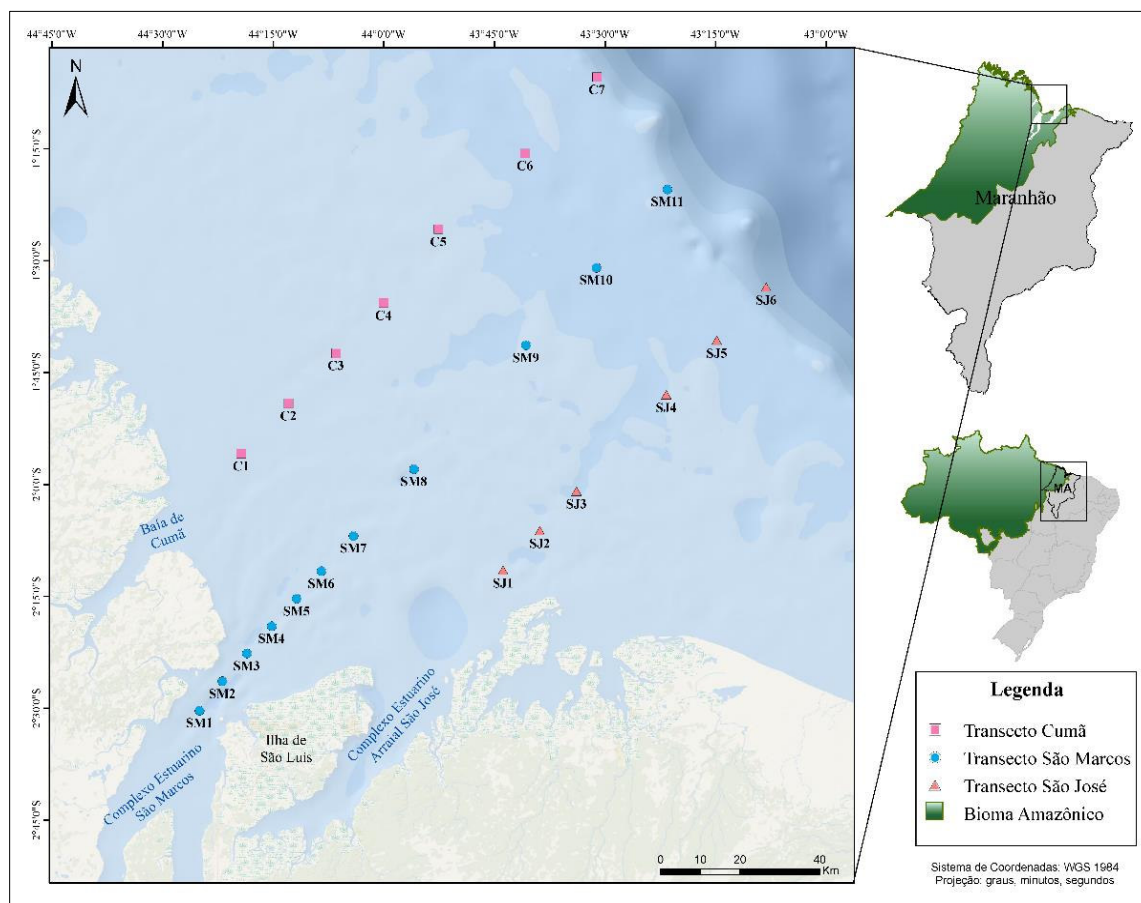


Figura 1. Localização da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta Continental do Maranhão. Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Parâmetros ambientais

Em cada ponto amostral foram obtidos dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidade (g kg^{-1}), profundidade (m) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) com auxílio de um CTD EXO2® (Conductive, Temperature and Depth).

Para análise de massa d' água foi utilizado o índice de massas d' água da Margem Equatorial (ME) por Dias (2013), onde foram classificadas como: Água do Rio (AR) (Temperatura $\leq 29^{\circ}\text{C}$ e Salinidade $5\text{-}30 \text{ g kg}^{-1}$), Água Costeira (AC) (Temperatura $< 28,5^{\circ}\text{C}$ e Salinidade $\geq 33 \text{ g kg}^{-1}$), Água Tropical (AT) (Temperatura $< 20^{\circ}\text{C}$ e Salinidade $> 36,2 \text{ g kg}^{-1}$), e Água de Frente (AF) (Temperatura $28\text{-}29^{\circ}\text{C}$ e Salinidade $30\text{-}33 \text{ g kg}^{-1}$).

A coleta de sedimento para análise granulométrica e de matéria orgânica (MO) foi realizada com auxílio de draga do tipo Gibbs com capacidade de $0,41\text{m}^2$ e os sedimentos armazenados em sacos plásticos, sendo, em seguida, transportados até o Laboratório de Modelagem Equatorial Litorânea (MEL) da Universidade Federal do Maranhão, onde foram processadas e analisadas.

A análise granulométrica do sedimento de fundo foi realizada através as técnicas de peneiramento, seguindo os procedimentos recomendados por Suguio (1973). O método proposto consiste inicialmente na retirada dos sais inorgânicos do sedimento com água destilada, deixando as amostras em repouso até a sedimentação total. Após a sedimentação, o excesso de água foi retirado e o procedimento foi repetido cinco vezes para cada amostra, após a remoção do excesso de sal, as amostras foram secas em estufa a 60°C . Após a secagem, a granulometria foi determinada pelo método de peneiramento seco para fração grossa ($> 0,062 \text{ mm}$).

A partir dos resultados obtidos, foi realizado o cálculo das porcentagens de cada fração granulométrica (Escala Wentworth) e do diagrama de Pejrurp (1988) através do pacote Rysgran, utilizando o software livre R. (GILBERT *et al.*, 2012). O diagrama de Pejrurp (1988) consiste em um diagrama dividido em 16 grupos, nomeados por letras (A, B, C e D) e números (I, II, III e IV) que indicam as condições de deposição dos sedimentos. A seção das letras, utiliza a quantidade de areia presente no sedimento, sendo representado em porcentagem e os grupos variam de acordo com a seguinte sequência: A (90 - 100%), B (50 - 90%), C (10 - 50%) e D (0-10%). A seção representada pelos algarismos romanos utiliza a porcentagem de argila e silte para determinar as condições

hidrodinâmicas da região, sendo classificadas desta forma: I (baixa), II (moderada), III (alta) e IV (muito alta).

Para a determinação do teor da MO foi utilizado o método da perda por ignição de acordo com a metodologia proposta por Heiri *et al.* (2001), onde 2 g de cada amostra foram pesados e colocados em cadinhos para combustão em forno mufla (Solidsteel, SSFM), à temperatura de 550 °C, durante 4 horas, para posterior cálculo da porcentagem de MO por diferença gravimétrica. Para eliminar 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).

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 garrafas de polietileno de 500 ml, em duplicata, e mantidas refrigeradas até determinação das concentrações de MPS, seguindo metodologia de Strickland e Parsons (1972). Para tanto, foram utilizadas medidas gravimétricas para detecção do peso do material retido em filtros de vidro do (Milipore AP040, de 47 mm de diâmetro), após filtração das amostras de água.

4.3 Macrofauna benthica

Para a coleta da macrofauna benthica foi utilizado a draga do tipo Gibbs (com área de coleta de 0,41 m²), armazenados em sacos plásticos, fixadas com formol (10%) para conservação da fauna 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 e 500 µm para separação da macrofauna (ELEFTherIOU; MOORE, 2005). Em seguida, o material retido foi colocado em um recipiente devidamente identificado e adicionado à solução de álcool etílico a 70% para sua conservação.

Em alguns pontos ocorreu a presença de uma granulometria mais grossa (areia e cascalho), com isso ficou retido uma grande quantidade de sedimento nas peneiras, sendo necessário uma divisão para a realização da triagem no microscópio. Para isso, em cada

ponto o sedimento foi homogeneizado, e em seguida, com auxílio de uma peneira, todo o líquido foi retirado e pesado utilizando balança semi-analítica (SHIMADZU, BL3200H).

Assim, a partir do peso foi separada uma alíquota do material para triagem, sendo os pontos SJ3, SJ5, SM1, SM2, SM4, C2, C3 e C4 triados 100%, os pontos SJ1, SJ2, SM9, SM10 triados 50% e os pontos SJ4, SJ6, SM3, SM5, SM6, SM7, SM8, SM11, C1, C5, C6 e C7 triados 10% da amostra total. Com auxílio de um microscópio estereoscópico (ZEISS, Stemi DV4), sob magnificação de 10x, os organismos encontrados foram quantificados e identificados em grandes grupos taxonômicos através de chaves de identificação de Rios (1994), Amaral e Nonato (1996), e Amaral *et al.* (2013).

4.4 Processamento de dados

As contagens brutas dos indivíduos da comunidade da macrofauna benthica foram utilizadas para estimar a abundância relativa (AR: número de indivíduos/m²), riqueza de espécies (S: número de táxons), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON-WIENER, 1963) e índice de equitabilidade de Pielou (J') (PIELOU, 1975) e Dominância (Do), os quais foram calculados pelas fórmulas abaixo:

- i. Abundância Relativa: número total de indivíduos por metro quadrado, é calculada a partir do número total de taxa ocorrente na amostra pelo volume de sedimento por metro quadrado (m²) para cada unidade amostral. Dada pela seguinte equação:

$$AR = \frac{N}{m^2}$$

Onde:

AR = abundância relativa;

N = número total de indivíduos na amostra;

m² = unidade amostral.

- ii. Riqueza: número de espécies em numa determinada comunidade ou área de interesse (PEET, 1974; WILSEY *et al.* 2005)
- iii. A Diversidade de Shannon-Wiener (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.

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

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

Onde,

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

n = número total de taxa

Os resultados da equitabilidade variam de 0 a 1. Quando mais próximo de 0 mais baixa será a equitabilidade. Acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição relativamente uniforme de todas as espécies na amostra e ao se aproximar de 1, mais bem distribuídos estarão seus espécimes dentro das espécies pertencentes à comunidade, indicando elevada equitabilidade (PIELOU, 1975).

- v.** Dominância (D_o): indica a dominância de taxa nas amostras. Ele varia de 0, onde as taxa 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 táxon;

n = número total de indivíduos.

A Análise de Componentes Principais (ACP) e o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) foram usados para verificar associações entre os parâmetros físico e químicos e dados sedimentológicos, considerando a seguinte classificação para a

correlação de Pearson: $r = 0,1$ a $0,3$ (fracamente correlacionado); $r = 0,4$ a $0,6$ (moderadamente correlacionado), $r = 0,7$ a 1 (fortemente correlacionado) (DANCEY; REIDY, 2006)

Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi realizada com a finalidade de analisar a relação entre a composição faunística com os fatores abióticos. Esta técnica de ordenação multivariada auxilia no entendimento de como as espécies respondem simultaneamente a fatores ambientais, sendo assim descrevem a preferência de habitat das espécies através de diagramas de ordenação (NUÑEZ-LARA; ARIAS-GONZÁLEZ, 1998). Os dados da abundância foram transformados em raiz a quarta para reduzir a influência das espécies dominantes e os parâmetros ambientais foram normalizados pela média = 0 e desvio padrão = 1. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software PAST 4.03 (HAMMER, 2020).

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos para os parâmetros ambientais da PC-MA estão apresentados na figura 2. A temperatura da água de fundo variou de 21,9 a 29,1 °C, sendo os pontos da plataforma externa, nos três transectos (SJ6, SM11 e C7), os pontos com as menores temperaturas (26,4°C, 21,9°C e 23,6°C, respectivamente).

A profundidade (figura 2b) e salinidade (figura 2c) aumentaram gradativamente da plataforma interna em direção a plataforma externa em todos os transectos. No transecto São José, a profundidade variou entre 36,9 a 75,1 m, e a salinidade entre 31 a 35 g kg⁻¹. No transecto São Marcos apresentou variação de 17,3 a 72,3 m para profundidade e de 20 a 35 g kg⁻¹ para salinidade. Já no transecto Cumã a variação para profundidade foi de 24,3 a 61,2 m e para salinidade de 27 a 35 g kg⁻¹.

No presente estudo, observa-se (figura 2d) entre os pontos SJ1 a SJ5 do transecto São José, a presença da massa d'água AC e no SJ6 a massa d'água AT. No transecto São Marcos a maioria dos pontos estão sobre influência da massa d'água AR (SM1 a SM7), contudo, os pontos SM8, SM9 e SM10 apresentaram influência da massa d'água AC, e SM11 da AT. No transecto Cumã foi possível observar a presença das três massas d'água, sendo os pontos C1 e C2 influenciados pela AR, C3 a C6 pela AC, e C7 pela AT.

Em relação ao oxigênio dissolvido (figura 2e), foi observado uma constância dos valores ao longo da Plataforma Continental Maranhense entre 6,2 a 6,8 mg L⁻¹. Similar ao oxigênio dissolvido, a concentração do material particulado em suspensão (figura 2f) exibiu valores semelhantes em todos os transectos entre 53,1 a 85,0 mg L⁻¹ com exceção dos pontos SM1 e SM2 (685,5 e 164,7 mg L⁻¹).

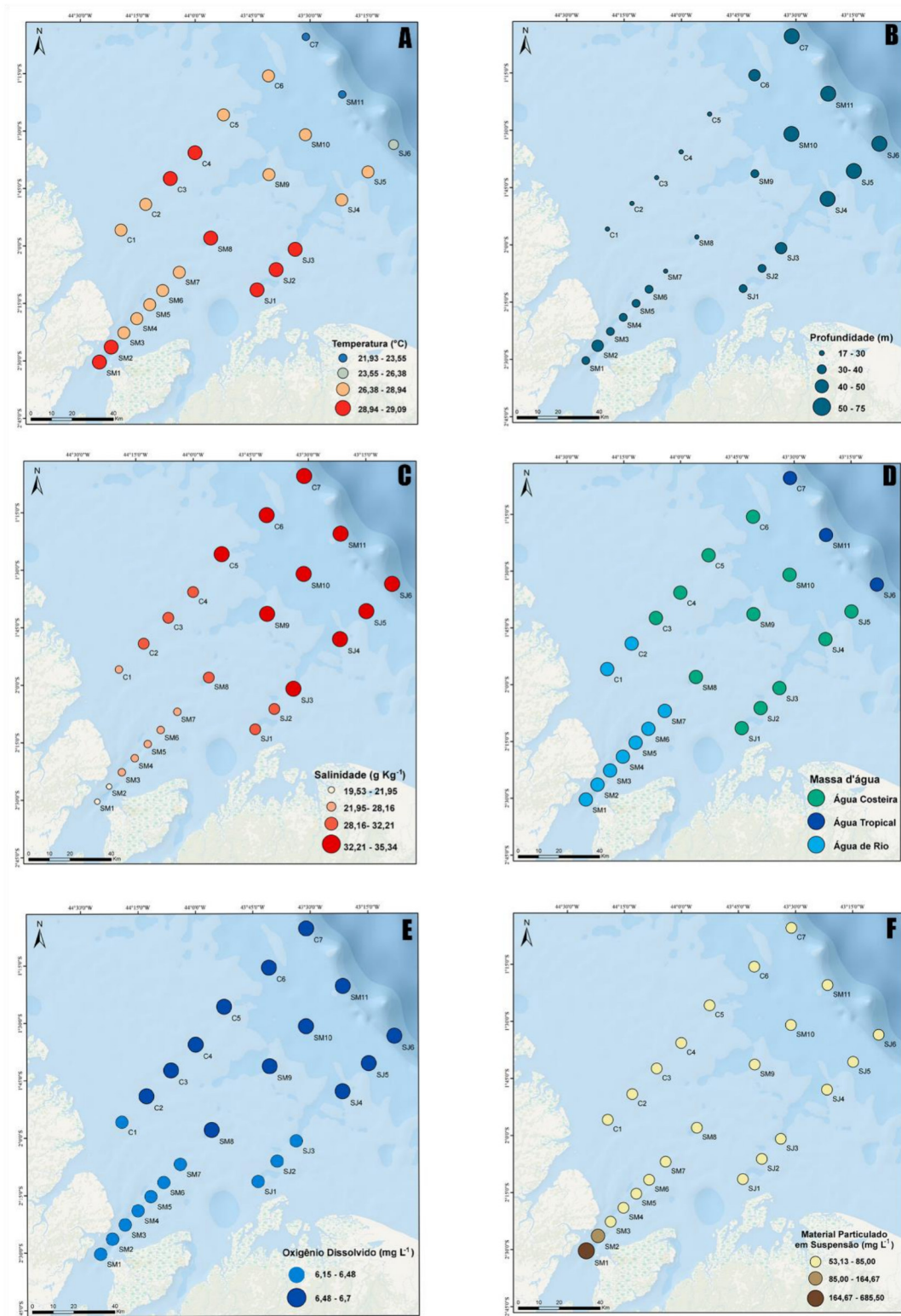


Figura 2. Valores absolutos dos dados ambientais obtidos ao longo do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA. A) Temperatura (°C); B) Profundidade (m); C) Salinidade (g kg⁻¹); D) Massa d'água; E) Oxigênio Dissolvido (mg L⁻¹); F) Material Particulado em Suspensão.

De modo geral, a análise granulométrica (tabela 1) na área de estudo revelou a predominância de areia, sendo que os pontos da plataforma interna e plataforma média de todos os transectos apresentaram areia muito fina a areia média, e os pontos da plataforma externa (SJ6, SM11, C6 e C7) apresentaram areia grossa e cascalho. Quanto ao teor de MO, no geral os valores foram baixos, variando entre 0,03 e 0,62% ao longo de toda a amostragem, sendo os valores máximos encontrados nos pontos mais distantes da costa de todos transectos, SJ6 (0,62%), SM11 (0,32%), C6 (0,43%) e C7 (0,30%).

Tabela 1. Granulometria e % de matéria orgânica (MO) nos pontos ao longo do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA.

Transecto	Pontos De Coleta	% Cascalho	% Areia	Class. Média	MO%
São José	SJ1	0	100	Areia média	0,07
	SJ2	0,4	99,6	Areia média	0,12
	SJ3	0,1	99,9	Areia fina	0,11
	SJ4	0,2	99,8	Areia média	0,07
	SJ5	0	100	Areia fina	0,10
	SJ6	20,3	79,7	Areia grossa	0,62
São Marcos	SM1	0	100	Areia fina	0,05
	SM2	0	100	Areia média	0,07
	SM3	5,7	94,3	Areia grossa	0,07
	SM4	0,1	99,9	Areia muito fina	0,16
	SM5	1,9	98,1	Areia média	0,15
	SM6	0,2	99,8	Areia média	0,09
	SM7	0,8	99,2	Areia média	0,14
	SM8	0,3	99,7	Areia média	0,08
	SM9	0	100	Areia média	0,03
	SM10	2,8	97,2	Areia média	0,07
	SM11	36,4	63,7	Areia grossa	0,32
Cumã	C1	0,1	99,9	Areia média	0,17
	C2	0,1	99,9	Areia fina	0,11
	C3	0	100	Areia fina	0,13
	C4	0,5	99,5	Areia fina	0,08
	C5	1,4	98,6	Areia média	0,06
	C6	24,8	75,2	Areia grossa	0,43
	C7	2,7	97,3	Areia grossa	0,30

A fim de avaliar as condições hidrodinâmicas que regem a PC-MA, utilizou-se a classificação proposta por Pejrup (1988). O diagrama de Pejrup (figura 3) revelou que todos os 24 pontos amostrais ficaram concentrados no setor IV e a maioria dos pontos no grupo A (90 - 100% de areia) e os pontos C6, C7, SM3, SM11 e SJ6 no grupo B (50 – 90% de areia), indicando condições hidrodinâmicas muito alta.

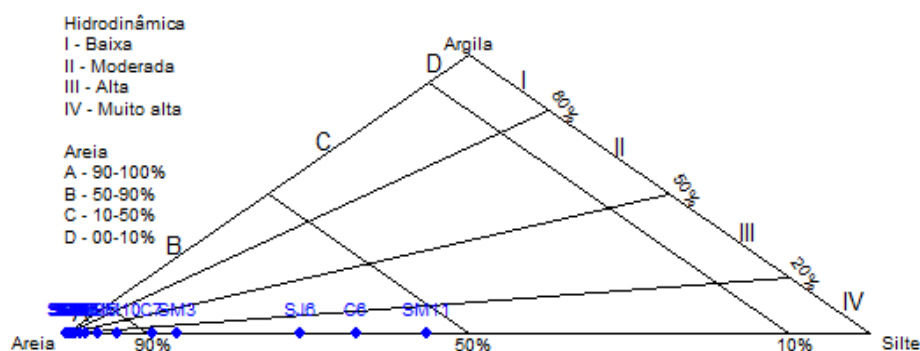


Figura 3. Diagrama de classificação de Pejrup (1988) para os sedimentos do transecto de Cumã (C1 a C7), São Marcos (SM1 a SM11) e São José (SJ1 a SJ6) na PC-MA.

A matriz de correlação de Pearson (tabela 2) entre os parâmetros ambientais, revelou correlações positivas entre profundidade e MO (0,62), profundidade e cascalho (0,64), profundidade e salinidade (0,52), salinidade e OD (0,82), e cascalho e MO (0,75). Correlações negativas foram observadas entre profundidade e temperatura (-0,68), profundidade e areia (-0,64), salinidade e MPS (-0,62), areia e MO (-0,75) e areia e cascalho (-1)

Tabela 2. 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. Temp = Temperatura, Salin = Salinidade, Casc = Cascalho

	Temp	Salin	OD	Profun	MPS	MO	Casc	Areia
Temp								
Salin	-0,38							
OD	-0,13	0,82						
Profun	-0,68	0,52	0,21					
MPS	0,08	-0,59	-0,52	-0,10				
MO	-0,57	0,38	0,23	0,62	-0,17			
Casc	-0,68	0,36	0,17	0,64	-0,09	0,75		

Areia	0,68	-0,36	-0,17	-0,64	0,09	-0,75	-1,00	
--------------	-------------	-------	-------	--------------	------	--------------	--------------	--

A ACP (figura 4), demonstrou que a variação total dos dados pode ser explicada em 77,38 % pelos dois eixos, sendo mais representativo o eixo 1 (53,49%), onde a profundidade, cascalho e MO estão associados positivamente entre si e negativamente com temperatura e areia, exibindo maiores correlações com os pontos da PCE (SM11, SJ6, C6 e C7). Já as variáveis temperatura e areia, apresentaram maiores correlações com os pontos SJ1, SJ2, SJ3, SM6, SM7, SM8, SM9, C1, C2, C3, C4 e C5 da PCI e PCM. O eixo 2 (23,86%), as variáveis OD e salinidade se correlacionaram entre si, agrupando os pontos SJ4, SJ5 e SM10, e negativamente com MPS nos pontos SM1, SM2, SM3, SM4 e SM5, sendo estes pontos mais próximos a costa.

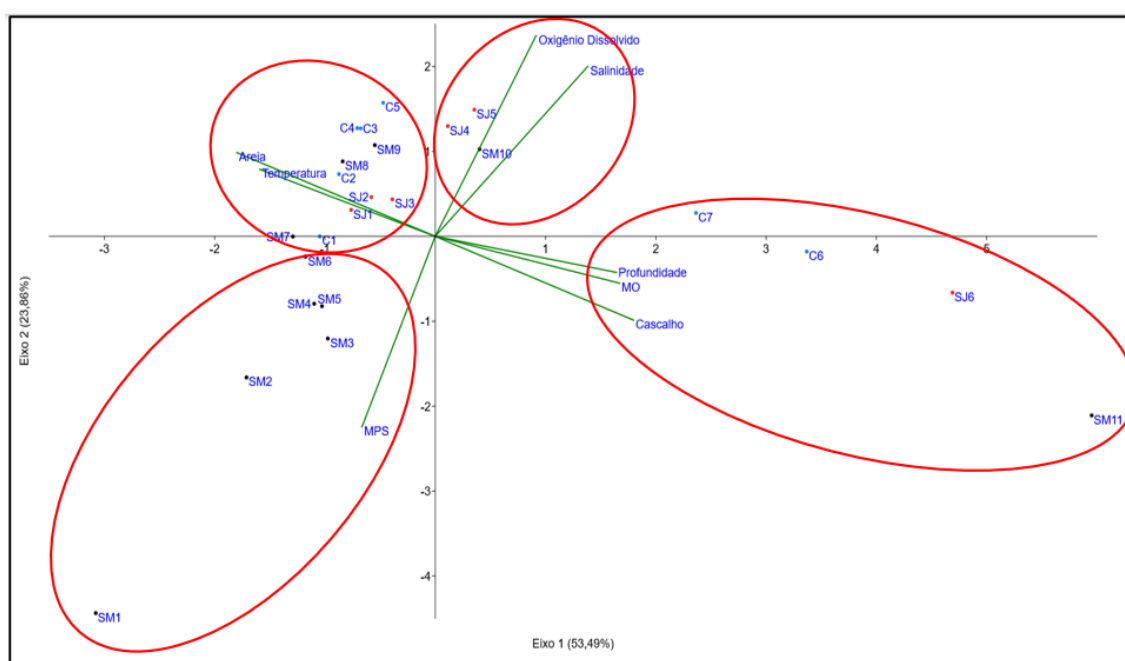


Figura 4. ACP realizada com as variáveis ambientais (profundidade, salinidade, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, temperatura, material particulado em suspensão e granulometria) e os pontos de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA.

A abundância relativa da macrofauna bêntica coletada ao longo da área amostral foram de 201.288 organismos, sendo Gastropoda (69%) e Bivalvia (30%) os principais grupos, totalizando 99% da abundância relativa. Os grupos menos representativos foram Nematoda, Anfíoxo, Polychaeta, Crustacea e Echinodermata (no total acumularam 1%). Através da figura 5, foi possível observar a predominância de Gastropoda em todos os

pontos amostrais, exceto no SM7 em que Bivalvia foi predominante. Já no ponto SM1 não foram encontrados organismos.

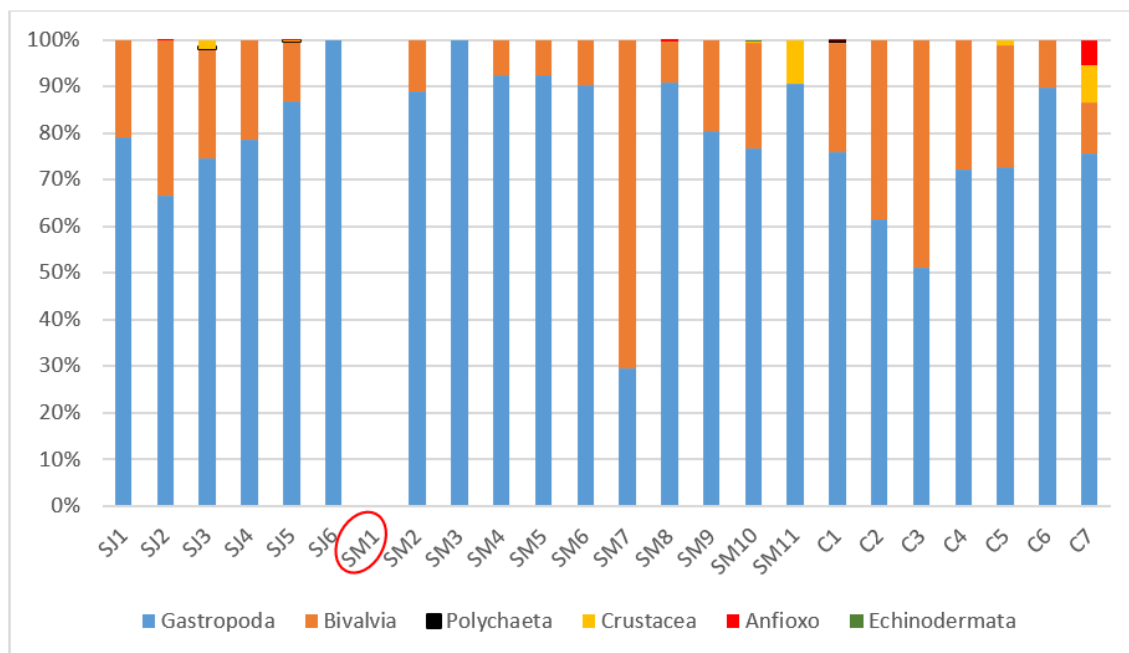


Figura 5. Abundância relativa em porcentagem de indivíduos, por ponto de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA.

Quanto aos descritores ecológicos (figura 6), foi possível observar que a dominância variou de 0,6 (SJ2 e SJ3) a 1 (SJ6) no transecto São José, de 0,05 (SM1) a 0,32 (SM11) no transecto São Marcos, e de 0,06 (C5) a 0,43 (C6) no transecto de Cumã. O índice de diversidade de Shannon-Wiener variou de 0 (SJ6) a 0,6 (SJ2 e SJ3) no transecto São José, de 0 (SM1) a 1 (SM3) no transecto São Marcos, e de 0,5 (C2 e C3) a 0,8 (C6) no transecto de Cumã. A Riqueza variou de 1 (SJ6) a 5 (SJ5) no transecto São José, de 0 (SM1) a 4 (SM8 e SM10) no transecto São Marcos, e de 2 (C2, C3, C4 e C6) a 4 (C1 e C7) no transecto de Cumã. Já para a equitabilidade de Pielou (J'), a variação foi de 0 (SJ6) a 0,8 (SJ4) no transecto São José, de 0 (SM1 e SM3) a 0,9 (SM7) no transecto São Marcos, e de 0,4 (C1) a 1 (C2 e C3) no transecto de Cumã.

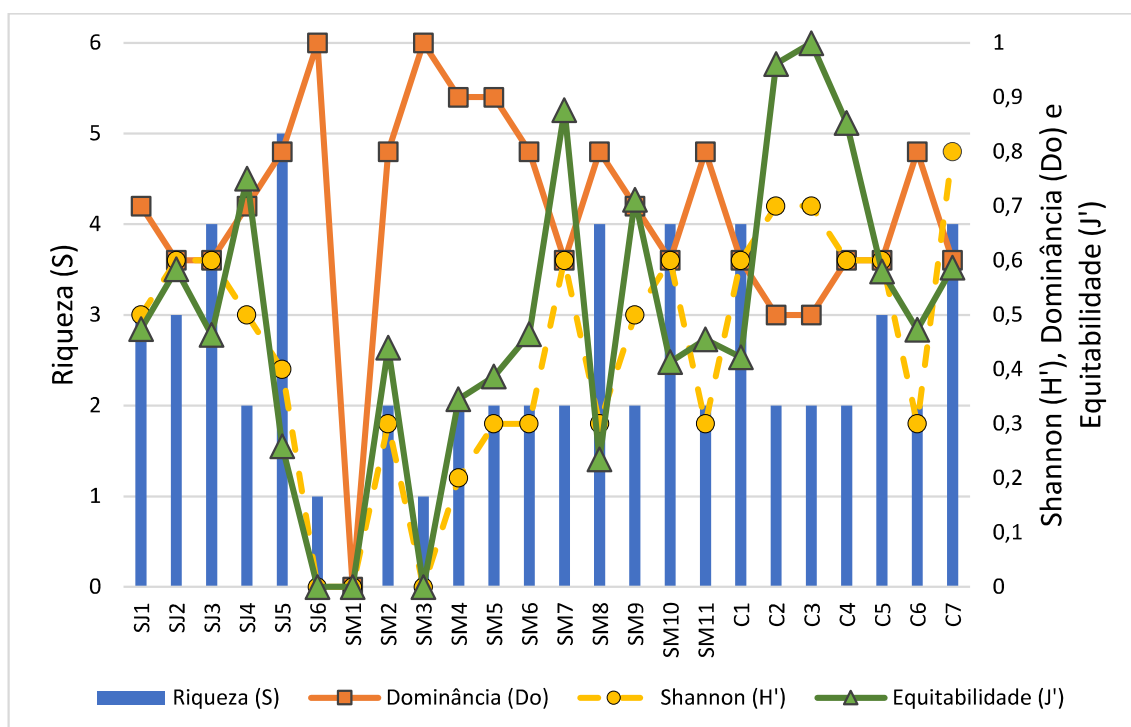


Figura 6. Descritores ecológicos para os pontos de coleta do transecto de São José (SJ1 a SJ6), São Marcos (SM1 a SM11), e Cumã (C1 a C7) na PC-MA. Do = dominância; H' = diversidade Shannon-Wiener; S = riqueza; J' = equitabilidade de Pielou.

A ACC (Fig.7), foi realizada com os grupos mais abundantes (Gastropoda e Bivalvia) e revelou uma relação de 100% entre a distribuição de grupos da macrofauna e todas as variáveis ambientais. O Eixo 1 mostrou que bivalvia teve maior abundância associada com areia, temperatura e OD; e gastropoda associada com MPS, MO, cascalho e profundidade.

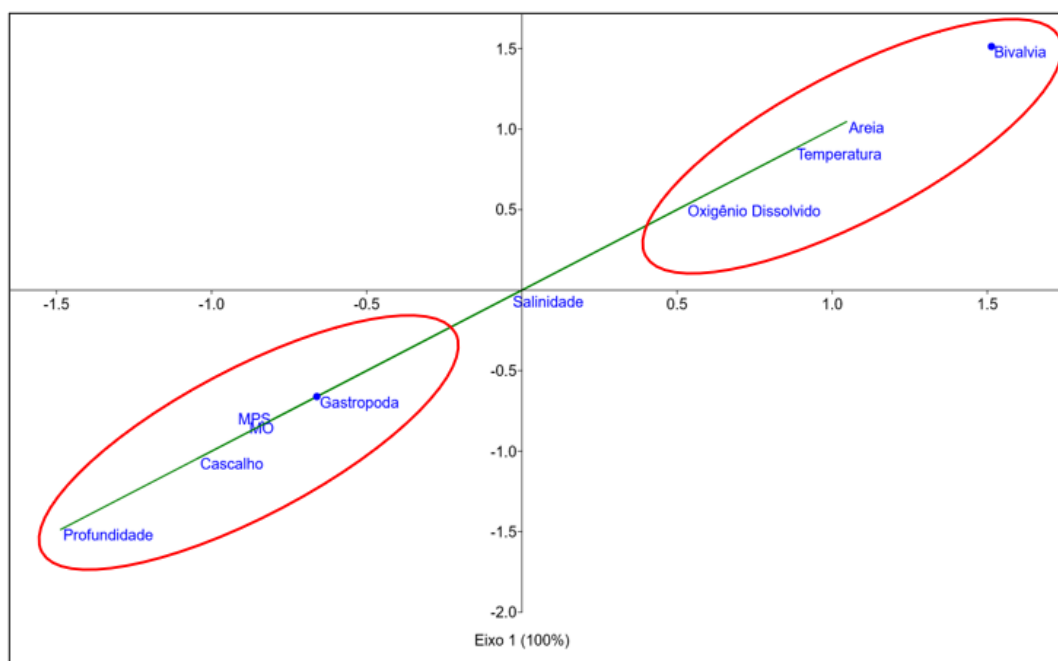


Figura 7. ACC das variáveis ambientais (profundidade, salinidade, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, temperatura, material particulado em suspensão e granulometria) e grupos mais abundantes da macrofauna bêntica (Gastropoda e Bivalvia).

6. DISCUSSÃO

Em relação ao gradiente salino, as diferenças observadas entre os pontos da PCI e PCE podem ser explicadas pela descarga fluvial, sendo intensificadas pelo período chuvoso que aumenta a diluição das águas da PCI, fato observado nos trabalhos de Silva *et al.* (2007), que encontraram ao longo da PC-MA salinidade de 33 a 36,2 g kg⁻¹ no mês de junho, e acima de 36,9 g kg⁻¹ em novembro. Quanto a temperatura, Pontes e El-Robrini (2008), encontraram temperaturas de fundo de 27,66 °C na PC-MA e Queiroz *et al.* (2022) encontraram valores de 29 °C em seu estudo na região do CESM, corroborando com o nosso trabalho.

A caracterização ambiental através da variação da temperatura e salinidade revelou a presença de três massas de águas no período chuvoso de 2019, AR, AC e AT (DIAS *et al.*, 2013), evidenciando assim, a influência da descarga de água doce nos pontos da PCI. Corroborando com os resultados encontrados, Cavalcanti *et al.* (2018) identificaram a massa d'água AR no CESM, Santos *et al.* (2020) as massas d'água AR e AC no CEASJ, e Pontes *et al.* (2007) as massas d'água: AR, AC e AT ao longo da PC-MA, todos no período chuvoso.

Na área de estudo da PC-MA, o oxigênio dissolvido (OD) não apresentou grandes variações, sendo estes dados indicadores de um ambiente bem oxigenado e misturado. Sabe-se que as variações do OD em ambientes estuarinos estão relacionadas com fatores climatológicos, como, por exemplo, precipitação pluviométrica e movimentos sazonais da água que são influenciados pela circulação local e ação das correntes costeiras (TUNDISI, 1970). Além disso, o OD é um importante gás, sendo essencial à vida, atuando como um bom indicador de condições ambientais e essencial na distribuição de macroinvertebrados (HIRABAYASHI *et al.*, 1994; BASTOS *et al.*, 2005).

Os valores de MPS indicaram um padrão homogêneo ao longo de toda área de estudo, com exceção dos pontos SM1 e SM2, que se encontram dentro do CESM (PCI), em que foram observados valores mais elevados. Esse padrão foi observado por Santos (2020) no CEASJ durante o período chuvoso, em que elevados valores de MPS ocorreram devido à alta hidrodinâmica do sistema de macromaré, ficando retido na PCI.

A granulometria apresentou predomínio de areia em todas as amostras. Sabe-se que a descarga fluvial, somada à ação das marés e correntes, assume um papel gerador de

turbulência nos sedimentos, desta forma locais de alta hidrodinâmica não permitem a deposição de sedimentos finos, apresentando predominância de areia (CORRÊA, 2005; LIMA *et al.*, 2015). Corroborando esta hipótese, o diagrama de Pejrup (Fig. 3) revelou que a maioria dos pontos amostrais possuem condições hidrodinâmicas muito alta. De acordo com Pejrup (1988), sedimentos com teores de argila maior que 80% são pouco frequentes e caracterizam ambientes de baixa energia. Segundo Gregório, *et al.* (2009), outro fator relevante atuante na zona costeira amazônica é a sazonalidade e sua influência nos processos sedimentares da região, uma vez que no período chuvoso esperasse uma vazão maior, denotando, mais uma vez, a magnitude da energia local.

Segundo Pettijohn (1975), Hedges (1995) e McLachlan e Brown (2006) a acumulação da matéria orgânica em sedimentos possui uma forte dependência com a quantidade de sedimentos finos (argilas) depositados devido ao processo de adsorção. Neste trabalho, a ACP e a correlação de Pearson apontaram a correlação inversa entre areia e MO, sendo assim, a predominância de areia provavelmente possa explicar os baixos valores de matéria orgânica.

Em relação a composição da macrofauna bêntica da PC-MA, os grupos identificados seguem um padrão encontrado em outras plataformas continentais, como na PC de Ubatuba (PIRES-VANIN, 1993), PC do Rio de Janeiro (ZALMON *et al.* 2013), PC Portuguesa (MARTINS, 2014) e na PC da Grécia (BRAY *et al.*, 2022). No entanto, o domínio de gastrópodes e bivalves diferiu de outros estudos em que o organismo principal foram os anelídeos (CAPITOLI; BEMVENUTI, 2006; PIRES-VANIN *et al.*, 2013).

Este resultado pode estar associado a presença de sedimento mais grosso, do tipo areia, que é um indicador de locais de alta energia. Sabe-se que esses locais são áreas de grande disponibilidade de alimentos suspensos, podendo promover a dominância de organismos filtradores, como os bivalves, assim como também podem ter favorecido uma elevada abundância de gastrópodes, porque grãos maiores permitem a existência de espaços que criam microhabitats (LEVINTON, 1972; SOARES-GOMES; PIRES-VANIN, 2008; MCARTHUR *et al.*, 2010). Além disso, gastrópodes apresentam característica errante habita regiões de sedimento mais grosso facilitando sua movimentação para a captura de alimento (ROCHA *et al.*, 2009).

Em relação a abundância relativa da macrofauna bêntica, é possível observar um aumento em direção a PCE, isso pode estar correlacionado com os valores de salinidade.

Diversos autores atribuem a diminuição da abundância da região marinha em direção à água doce ao estresse fisiológico (REMANE, 1934; BARROS *et al.*, 2012; WHITFIELD *et al.*, 2012). O período chuvoso também proporciona a redução da salinidade devido ao maior aporte fluvial sendo considerada como um dos fatores que regulam os padrões sazonais da macrofauna (POLLACK *et al.*, 2011; PALMER *et al.*, 2015).

Quanto aos ambientes de alta energia e baixa profundidade, em regiões onde há a atuação de fortes correntes próximo ao fundo, estas podem reduzir a abundância tanto de meiofauna como da macrofauna e afetar a diversidade da comunidade (LEVIN; DAYTON, 2009). Este parece ser o caso das amostras coletadas na plataforma interna, onde há a ação mais intensa das ondas e correntes, que seriam determinantes para a ausência da macrofauna no SM1 e a menor abundância nos pontos mais próximos a costa.

Outro fato que pode contribuir para a menor abundância da macrofauna na PCI são atividades de dragagem e descartes realizados na região portuária que podem causar alterações na dinâmica ecológica e sedimentar local, tal como observado no Ponto SM1 (Transecto de São Marcos).

A diversidade tem um papel fundamental nos estudos ecológicos, pois é usada como indicador da qualidade ou maturidade do ecossistema, sendo $H' = 1,5$ o limite mínimo para que uma comunidade biótica seja considerada em equilíbrio (MAGURRAN, 2011). No presente estudo, se observa baixa diversidade ($H' < 1$) em todos os pontos amostrais, com destaque para o Ponto SM1 (Transecto São Marcos) que apresentou ausência de organismos. Entretanto, ressalta-se que, no presente estudo, os organismos foram identificados apenas a nível de grupos, logo, neste caso, considerar a PC-MA em desequilíbrio pode ser arriscado, uma vez que seja bem provável encontrarmos uma diversidade de espécies, incluindo espécies nunca antes identificadas.

Para Snelgrove e Butman (1993) o hidrodinamismo também interfere diretamente na fixação de larvas, na desestabilização dos sedimentos e na distribuição da matéria orgânica. Portanto, essa característica pode ter favorecido a menor diversidade e a menor abundância dos demais organismos encontrados ao longo de toda plataforma, uma vez que a quantidade de material orgânico em uma área pode afetar diretamente a comunidade biótica (GAUDÊNCIO; CABRAL, 2007).

Quanto a equitabilidade, a maioria dos pontos apresentou $J' < 0,5$, o que representa uma distribuição desuniforme de todas as espécies na amostra (PIELOU, 1975). Fato que

corroborar com a dominância ($Do > 0,5$) da área de estudo devido a elevada abundância relativa de gastrópodes (69%), que predominou em quase todos os pontos amostrais. Segundo Bemvenuti e Colling (2010) quanto maior o grau de estresse ambiental menor o número de espécies capazes de habitar esses sistemas fazendo com que as espécies dominantes apresentem características oportunistas.

O aumento de estresse ambiental está geralmente relacionado à diminuição de três índices ecológicos principais: diversidade, equitatividade e riqueza, devido ao aumento da dominância de alguns poucos organismos (CLARKE & WARWICK, 1994). Muniz e Pires (2000) e Nalesso *et al.* (2005), evidenciam que podem ocorrer grandes variações destes índices sazonalmente. Nosso estudo foi realizado somente em uma campanha e no período chuvoso e por isso, é indicado que sejam realizadas mais campanhas oceanográficas abrangendo diferentes condições sazonais para uma melhor avaliação do ambiente.

A partir do presente estudo é possível observar a influência de três massas d'água distintas na PC-MA no período chuvoso que não se correlacionaram com os padrões de distribuição da macrofauna benthica, visto que essa foi composta prioritariamente de Gastropoda e Bivalvia ao longo de toda plataforma. No entanto, quando se analisa os outros parâmetros ambientais, através da ACC, é possível observar uma maior abundância de bivalvia associada com os parâmetros areia, temperatura e OD, e de gastropoda associada com MPS, MO, cascalho e profundidade. Segundo Geraldi (2002) e Colling *et al.* (2010) regiões de baixa hidrodinâmica, onde ocorre intensa deposição de silte e argila, podem causar a mortalidade dos bivalves devido ao entupimento das estruturas filtradoras.

Embora o resultado encontrado no presente trabalho seja válido, ressalta-se que foi realizado apenas uma campanha, com 24 amostras, no período chuvoso. Portanto, sugere-se que sejam realizadas mais campanhas amostrais a fim de corroborar os resultados encontrados aqui.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com o presente estudo permitiram verificar que:

- A PC-MA sofre influência de três massas d'águas distintas: água de rio, água tropical e água costeira.
- A hidrodinâmica do ambiente e o período chuvoso destacam-se como os fatores que moldaram tanto os outros fatores abióticos como a composição e distribuição da macrofauna bêntica.
- A estrutura da macrofauna bêntica da PC-MA, baseada em grandes táxons, foi semelhante a composição da maior parte dos trabalhos realizados em plataformas continentais.
- Gastrópodes foram os organismos dominantes na área de estudo.
- Sugere-se que seja realizada a identificação ao menor nível taxonômico possível da macrofauna da PC-MA afim de identificar novas relações e espécies.
- Recomenda-se que seja realizado outras campanhas em diferentes períodos sazonais a fim de corroborar, ou não, os resultados encontrados no presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão- FAPEMA pela bolsa de estudo (BM-01114/20). À Universidade Federal do Maranhão- UFMA, ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia- PPGOceano, Navio de Ensino e Pesquisa Ciências do Mar II, Laboratório de Ecotoxicologia- LabEcotox, Laboratório de Hidrodinâmica Costeira, Estuarina e de Águas Interiores- LHiCEAI e Laboratório de Ficologia- LabFic pela infraestrutura e suporte.

REFERÊNCIAS

ACHEAMPONG, T.; KEMP, A. G. Health, safety and environmental (HSE) regulation and outcomes in the offshore oil and gas industry: Performance review of trends in the United Kingdom Continental Shelf. **Safety Sci.**, v. 148, 2022.

AGARD, J. B.; GOBIN, J.; R.; WARWICK, R. M. Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 92, p. 233-243, 1993.

AGARDY, T.; ALDER, J. Coastal Systems. In: HASSAN, R. *et al.* Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. **Millennium Ecos. Asses. Series**, v. 1, p. 513-549, 2005.

ALLER, J. Y.; STUPAKOFF, I. Distribution and seasonal characteristics of benthic communities on the Amazon shelf as indicators of physical processes. **Cont. Shelf Res.**, Oxford, v. 16, p. 717-751, 1996.

ALVES, B. G. R.; GÜTH, A. Z.; BÍCEGO, M. C.; GAETA, S. A.; SUMIDA, P. Y. G. Benthic community structure and organic matter variation in response to oceanographic events on the Brazilian SE inner shelf. **Cont. Shelf Res.**, v. 85, p. 106-116, 2014.

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H.; STEINER, T. M. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil**. 2013. Disponível em: https://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/system/files/2022-01/Cat%C3%A1logo_Polychaeta_Brasil_Amaral_et_al_2013_1a.pdf. Acesso em: 20 de jan. 2022.

AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E. F. Annelida polychaeta: Características, Glossário e Chaves para Famílias e Gêneros da Costa Brasileira. **Ed. Unicamp**, Campinas, p. 124, 1996.

AMORIM, K. R. K. G. **Diversidade e distribuição de gastrópodes bentônicos da plataforma continental externa e talude continental da bacia de Barreirinhas - Maranhão, Brasil**. Monografia, Universidade Federal do Maranhão, p. 51, 2018.

ANGERMEIER, P. L.; DAVIDEANU, G. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity. **Hydrobiologia**, v. 511, p. 65-78, 2004.

BAE, H.; LEE, J. H.; SONG, S. J.; RYU, J.; NOH, J., KWON, B.O.; CHOI, K.; KHIM, J. S. Spatiotemporal variations in macrofaunal assemblages linked to site-specific environmental factors in two contrasting nearshore habitats. **Env. Pollution**, v. 241, p. 596- 606, 2018.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrológica no estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Trop. Oceanography**, v. 33, p. 1- 18, 2005.

BEMVENUTI, C. E.; COLLING, L. A. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. **Ed. FURG**, p. 101-114, 2010.

BENNETT, N. J. Marine social science for the peopled seas. **Coast. Manag.**, v. 47, p. 244-252, 2019.

BESSA, F.; MARQUES, J. C.; SCAPIN; F. Behavioural adaptations of two sympatric sandhoppers living on a mesotidal European Atlantic sandy beach. **Estuarine, Coast. and Shelf Sci.**, p. 1- 8, 2014.

BRASIL. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. **Ministério do Meio Ambiente**, p. 128, 2016.

BRASIL. Panorama da erosão costeira no Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**, p. 759, 2018.

CAPÍTOLI, R. R.; BEMVENUTI, C. Associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados da Plataforma Continental e talude superior no extremo sul do Brasil. **Atlântica**, v. 28, n. 1, p. 47-59, 2006.

CASTRO, P; HUBER, M. E. Biologia Marinha - 8ed. **AMGH Editora**, v. 1, p. 480, 2011.

CAVALCANTI, L. F.; AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G.; OLIVEIRA, A. L. L.; FURTADO, J. A.; ARAÚJO, B. O.; SÁ, A. K. D. S.; FERREIRA, F. S.; SANTOS, N. G. R.; DIAS, F. J. S.; CUTRIM, M. V. J. Structure of microphytoplankton community and

environmental variables in a macrotidal estuarine complex, São Marcos Bay, Maranhão - Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 66, p.283 - 300, 2018.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Changes in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. **Natural Env. Res. Council**, p. 144, 1994.

COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E; PINOTTI, R. M. Temporal variability of the bivalvo *Erodona mactroides* BOSC, 1802 during and after the El Niño phenomenon (2002/2003) in a subtropical lagoon, southern Brazil. **Acta Limno. Brasiliensia**, v. 22, n. 4, p. 410-423, 2010.

CORBISIER, T. N.; DENADAI, M. R.; LOTUFO, T. M. C.; TURRA; A. Ecologia do bentos marinho. In: HARARI, J. Noções de Oceanografia. **IOUSP**, p. 649-680, 2021.

CORRÊA, I. C. S. Aplicação do diagrama de pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da baía de Marajó-PA. **Pesq. em Geociências**, v. 32, n. 2, p. 109, 2005.

DANCEY, C.; REIDY, J. Estatística sem matemática para psicologia: Usando SPSS para Windows. **Artmed**, 2006.

DEATON, L. E.; GREENBERG, M. J. There is no horohalinicum. **Estuaries**. v. 9, p. 2-30, 1986.

DIAS, F. J. S.; CASTRO, B. M.; LACERDA, L.D. Continental shelf water masses off the Jaguaribe River (4S), northeastern Brazil. **Cont. Shelf Res.**, v. 66, p. 123-135, 2013.

DIAS, J.; CHIOATTO, F. S. M.; GARCIA, G. A.; PATRÍCIO, L. F.; ROCHA, M. L. F.; PAULA; M. L. L.; HOFF, N. T.; GOMES, R. R.; ABREU, T. C. K. Ecologia de peixes marinhos. In: HARARI, J. Noções de Oceanografia. **IOUSP**, p. 545-570, 2021.

ELEFHERIOU, A.; MOORE, C. G. Macrofauna techniques. In: ELEFTHERIOU, A.; McINTYRE, A. Methods for the study of marine benthos. **UK: Blackwell**, p. 160–228, 2005.

ELLIOTT, M.; QUINTINO, V. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 54, p. 640–645, 2007.

EL-ROBRINI, M.; MARQUES, J. V.; SILVA, M.M.A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUÇO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. Maranhão. In: *Erosão e Progradação Do Litoral Brasileiro*. **Ministério do Meio Ambiente**, p. 130, 2006.

FERNANDES, J. R. A influência de metais pesados sobre a macrofauna bentônica da plataforma continental adjacente a Baía de Guanabara – Rio de Janeiro/Brasil. **Ed. Atena**, p. 66, 2020.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitation distribution over central and western tropical South America. **Climanálise**, v. 5, n. 6, p. 36–45, 1990.

FILHO, P. A. C.; FREITAS, T. C. A. Macrozoobentos da Plataforma Continental externa e bancos oceânicos do nordeste do Brasil, recolhidos durante a primavera de 2000 pelo programa REVIZEE (comissão NE IV). **Trop. Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 201–218, 2004.

GARISSON, T. Fundamentos de Oceanografia. **Cengage Learning**, p. 426, 2010.

GERALDI, R. M. **Distribuição especial, recrutamento, crescimento e mortalidade de *Erodona mactroides* BOSC, 1802 (MOLLUSCA, PELECYPODA) na Lagoa dos Patos, RS - Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande, p. 166, 2002.

GERALDI, R. M. **Distribuição especial, recrutamento, crescimento e mortalidade de *Erodona mactroides* BOSC, 1802 (MOLLUSCA, PELECYPODA) na Lagoa dos Patos, RS - Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande, p. 166, 2002.

GILBERT, E. R.; DE CAMARGO, M. G.; SANDRINI-NETO, L. Rysgran: Grain size analysis, textural classifications and distribution of unconsolidated sediments. **R package version**, v. 2, 2012.

GOES, E. R.; FERREIRA-JUNIOR, A. V. Caracterização morfo sedimentar da Plataforma Continental Brasileira. **Revista Bras. de Geografia Fís.**, v.10, n. 5, p. 1595-1613, 2017.

GREGÓRIO A. M. S.; MENDES A. C. Batimetria e sedimentologia da Baía de guajará, Belém, estado do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência e Desenv.**, v. 5, n. 9, p. 53-72, 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.

HAMMER, O. Paleontological Statistics: Manual de Referência. **Versão 4.3**, 2020.

HARRIS, P. T.; BAKER, E. K. Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHAB atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats. **Elsevier**, p. 936, 2011.

HARTWELL, S. I.; FUKUYAMA, A. K. The Effects of Sieve Size on Benthic Community Composition Analysis. **Journal of Coast. Res.**, v. 31, n. 6, p. 1531-1536, 2015.

HEDGES, J. I.; KEIL, R. G. Sedimentary organic matter preservation: an assessment an speculative synthesis. **Marine Chemistry**, v. 49, p. 81-115, 1995.

HEIRI, O; LOTTER, A. F.; LEMCKE, G. Loss on Ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediment: reproducibility and comparability of results. **Journal of Paleolimnology**, v. 25, p. 101-102, 2001.

HIRABAYASHI, K.; HAYASHI, H. Horizontal distribution of benthic macroinvertebrates in Lake Kizaki, Japan. **Jpn. J. Limno.**, v. 55, n. 2, p. 105-114, 1994.

KENNISH, M. J.; HAAG, S. M.; SAKOWICZ, G. P.; TIDD, R. A. Side-Scan Sonar Imaging of Subtidal Benthic Habitats in the Mullica River–Great Bay Estuarine System. **Journal of Coast. Res.**, v. 45, p. 227–240, 2004.

LANA, P. C. A Vida Marinha. In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. Introdução às Ciências do Mar. **Ed. Textos**. p. 256-279, 2017.

LEVIN, L. A.; DAYTON, P. K. Ecological theory and Continental margins: where shallow meets deep. *Trends in Ecology and Evolution.*, v. 24, n. 11, p. 606- 617, 2009.

LEVINTON, J. S. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. **Oxford University Press**, p. 420, 1995.

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 sci.**, v. 47, p. 101947, 2021.

LIMA, M. W.; SANTOS, M. L. S.; MONTELO, D. J.; NUNES, D. M.; ALVES, I. C. C.; SILVA, M. S. F. Análise temporal da composição granulométrica de um estuário amazônico, Pará, Brasil. **Scientia Plena**. v. 11, n. 1, p. 1-11, 2015.

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

MAGURRAN, A. E. *Medindo a Diversidade Biológica*. **Editora UFPR**, 2011.

MARQUES, S.; ARAÚJO, T. C. M. Survey and assessment of seabed resources from the Brazilian Continental shelf by the law of the sea: From national to international jurisdictions. **Ocean and Coast. Manag.**, v. 178, 2019.

MARTINS, I. X.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Estudo da malacofauna bentônica da Plataforma Continental do litoral oeste do Estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 31, p. 65-72, 1998.

MARTINS, R.; SAMPAIO, L.; QUINTINO, V. Diversity, distribution and ecology of benthic molluscan communities on the Portuguese Continental shelf. **Journal of Sea Res.**, v. 93, p. 75-89, 2014.

MCARTHUR, M. A.; BROOKE, B. P.; PRZESLAWSKI, R.; RYAN, D. A.; LUCIEER, V. L.; NICHOL, S.; MCCALLUM, A. W.; MELLIN, C.; CRESSWELL, I. D., RADKE, L. C. On the use of abiotic surrogates to describe marine benthic biodiversity. **Estuarine, Coast. and Shelf Sci.**, v. 88, p. 21-32, 2010.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. *The Ecology of Sandy shores*. **Elsevier**, p. 373, 2006.

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**, v. 4, n. 8, p. 69-88, 2005.

MUNIZ, P.; PIRES, A. M. S., Polychaeta Associations in a Subtropical Environment (São Sebastião Channel, Brazil): A Structural Analysis. **Marine Ecology**, v. 21, n. 2, p. 145-160, 2000.

NALESSO, R. C.; JOYEUX, J. C.; QUINTANA, C. O.; TOREZANI, E.; OTEGUI, A. C. P. Soft-bottom macrobenthic communities of the Vitoria Bay Estuarine System, South-Eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, p. 23-38, 2005.

NASCIMENTO, A. A. **Estrutura da macrofauna bentônica de fundo inconsolidado na Plataforma Continental de Sergipe, nordeste do Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, p. 101, 2017.

NUÑEZ-LARA, E.; ARIAS-GONZÁLEZ, J. E. Relationship between reef fish community structure and environmental variables of Southern Mexican Caribbean. **J. Fish. Biol.**, v. 53, p. 209-221, 1998.

PALMER, T. A.; MONTAGNA, P. A.; CHAMBERLAIN, R. H.; DOERING, P. H.; WAN, Y.; HAUNERT, K. M.; CREAN, D. J. Determining the effects of freshwater inflow on benthic macrofauna in the Caloosahatchee Estuary, Florida. **Integrated Env. Assessment and manag.**, v. 12, n. 3, p. 529-539, 2015.

PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** v. 5, p. 285-307, 1974.

PEJRUP, M. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. **Tide-influenced Sedimentary Env. and facies.** p. 289-300, 1988.

PEREIRA, J. E. R.; HARARI, J. Modelo numerico tri-dimensional linear da Plataforma Continental do Estado do Maranhão. **Bolet. Inst. Oceanografia**, v. 43, n. 1, p. 11-26, 1995.

PETTIJOHN, F. J. Sedimentary Rocks Harper & Row, 3. ed., New York, p. 628, 1975.

PILEOU, E. C. Ecological Diversity. **New York.**, p. 165, 1975.

PINHEIRO, J. M. Distribuição espaço-temporal da pluviosidade na ilha do maranhão no ano de 2016. **Revista de Geografia e Interdisc.**, v. 3, n. 8, p. 16, 2017.

PIRES-VANIN, A. M. S. A macrofauna bêmica da Plataforma Continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Publ. Esp. Inst. Oceanogr.** n.10, p. 137-158, 1993.

PIRES-VANIN, A. M. S.; ARASAKI, E.; MUNIZ, P. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Res.**, v. 41, n. 1, p. 42-56, 2013.

POLLACK, J. B., PALMER, T. A.; MONTAGNA, P. A. Long-term trends in the response of benthic macrofauna to climate variability in the Lavaca-Colorado Estuary, Texas. **Marine Ecology Progress Series**, v. 436, p. 67-80, 2011.

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).** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, p. 134, 2007.

PONTES, P. H. P.; EL-ROBRINI, M. Massa d'água da Plataforma Continental do Maranhão, durante o período seco (novembro, 1997). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, n. 1, 2008.

PRATOLI, A. L. **Variabilidade especial do macrobentos em uma área de Plataforma interna próxima à desembocadura da Baía de Paranaguá – Paraná – Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, p. 50, 2010.

QUEIROZ, J. B. M. Phytoplankton of the shipping sector of São Marcos Bay (Amazon Coast): A potential risk area for the establishment of non-indigenous species. **Regional Studies in Marine Sci.**, v. 49, 2022.

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

RIOS, E. C.; HAIMOVICI, M.; PERES, J. A. A.; SANTOS, R. A. Seashells of Brazil. **Ed. FURG**, 1994.

ROCHA, B. R.; RADASHEVSKY, V.; PAIVA, P. C. Espécies de Scolelepis (Polychaeta, Spionidae) de praias do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 4, 2009.

RODIL, I. F.; LASTRA, M. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 61, n. 1, p. 37-44, 2004.

ROLLNIC, M.; BORBA, T.A.C.; MASCARENHAS, A. C. C.; PEREIRA, D. R.; PEREIRA, L. S.; SOARES, M. L. G.; BÖCK, C.S.; SANTOS, R. T. F.; ASSAD, L. P. F.; LANDAU, L.; CARVALHO, G. V. Áreas de Estudo In: Projeto Costa Norte, – Desenvolvimento de Metodologias para o entendimento de processos costeiros e estuarinos e da vulnerabilidade de florestas de mangue na Margem Equatorial Brasileira. **ANP**, v. 1, p. 25-45, 2020.

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 Res.**, v. 35, p. 417-429, 2020.

SHANNON, C. E.; WIENER, W. W. The mathematical theory of communications. **University of Illinois Press**, p. 117, 1963.

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.

SILVA, E. G. **Padrões de diversidade e distribuição espacial da macrofauna bentônica e bioclasto da Plataforma Continental do litoral sul de Pernambuco, Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, p. 211, 2018.

SNELGROVE P.V.R. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats. **BioScience**, v. 49, p. 129-138, 1999.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTMAN, J. P. Hydrodynamic enhancement of larval settlement in the bivalve *Mulinia lateralis* (Say) and the polychaete *Capitella* sp. I in microdepositional environments. **J. exp. mar. Biol. Ecol.**, v. 168, p. 71–109, 1993.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A Practical Hand Book of Seawater Analysis. **Fisheries Res. Board of Canada Bulletin**, p. 310, 1972.

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

TAGLIARO, G.; JOVANE, L. O relevo oceânico. In: HARARI, J. Noções de Oceanografia. **IOUSP**, p. 71-84, 2021.

THOMPSON, B., LOWE, S. Assessment of macrobenthos response to sediment contamination in the San Francisco Estuary, California, USA. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 23, p. 2178-2187, 2004

THRUSH, S.F.; DAYTON P. K. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging—implications for marine biodiversity. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 33, p. 449-473, 2002

THURMAN, H. V. Introductory Oceanography. Upper Saddle River, **NJ: Prentice Hall**, 1997.

TOMCZAK, M. Some historical, theoretical and applied aspects of quantitative water mass analysis. **Journal of Marine Res.**, v. 57, n. 2, p. 275-303, 1999.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **IOUSP**, v. 19, p. 1-22, 1970.

UNDERWOOD, A. J. The analysis of stress in natural populations. **Biol. J. Linn. Soc.**, v. 37, p. 51-78, 1989.

WARWICK, R. M. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. **Aust. J. Ecol.**, v. 18, p. 63-80, 1993.

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

WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. **J. Fish Biol.**, n. 61, p. 229-250, 2002.

WILSEY, B. J.; CHALCRAFT, D. R.; BOWLES, C. M.; WILLIG, M. R. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**, v. 86, n. 5, p. 1178-1184, 2005.

ZALMON, I. R. MACEDO, I. M.; REZENDE, C. E.; FALCÃO, A. P. C.; ALMEIDA, T. C. The distribution of macrofauna on the inner Continental shelf of southeastern Brazil: The major influence of an estuarine system. **Estuarine, Coast. and Shelf Sci.**, v. 130, p. 169-178, 2013

ZANZINI, A. C. S. Descritores de Riqueza e Diversidade em Espécies em Estudos Ambientais. **Lavras: UFLA/FAEPE**, p. 43, 2005.

ANEXOS

Anexo 1. Localização geográfica dos pontos de coleta.

REGIÃO AMOSTRAL	PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE
Transecto 01 (T1) Perpendicular ao CEASJ	SJ1	2° 11' 29.46" S	43° 43' 49.81" W
	SJ2	2° 6' 12.02" S	43° 38' 51.17" W
	SJ3	2° 0' 54.24" S	43° 33' 52.22" W
	SJ4	1° 47' 58.94" S	43° 21' 42.79" W
	SJ5	1° 40' 40.61" S	43° 14' 50.50" W
	SJ6	1° 33' 33.47" S	43° 8' 8.576" W
Transecto 02 (T2) Perpendicular ao CESM	SM1	2° 30' 20.09" S	44° 25' 0.936" W
	SM2	2° 26' 25.39" S	44° 21' 54.94" W
	SM3	2° 22' 41.78" S	44° 18' 35.94" W
	SM4	2° 19' 1.022" S	44° 15' 13.60" W
	SM5	2° 15' 20.25" S	44° 11' 51.26" W
	SM6	2° 11' 39.49" S	44° 8' 28.92" W
	SM7	2° 6' 54.76" S	44° 4' 7.967" W
	SM8	1° 57' 58.30" S	43° 55' 56.29" W
	SM9	1° 41' 22.81" S	43° 40' 43.89" W
	SM10	1° 30' 58.34" S	43° 31' 11.54" W
	SM11	1° 20' 27.59" S	43° 21' 33.45" W
Transecto 03 (T3) Perpendicular ao CUMÃ	C1	1° 55' 53.11" S	44° 19' 22.18" W
	C2	1° 49' 9.126" S	44° 12' 55.72" W
	C3	1° 42' 25.11" S	44° 6' 29.25" W
	C4	1° 35' 41.10" S	44° 0' 2.774" W
	C5	1° 25' 47.84" S	43° 52' 35.27" W
	C6	1° 15' 36.79" S	43° 40' 50.74" W
	C7	1° 5' 24.62" S	43° 31' 5.140" W