



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANÁLISE ECOLÓGICA DA OSTRACOFAUNA (CRUSTACEA) E MEIOFAUNA  
BENTÔNICA ASSOCIADA COMO BIOINDICADORES AMBIENTAIS NA ILHA DE  
COTIJUBA, BELÉM (PA), AMAZÔNIA**

**Dissertação apresentada por:**

**MAURICIO DE SOUZA BRITO**

**Orientadora: Prof. Dra. Ana Paula Linhares Pereira (UFPA/ MPEG)**

---

**Belém - Pará**

**2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

B862a Brito, Mauricio de Souza.  
Análise ecológica da ostracofauna (crustacea) e meiofauna  
bentônica associada como bioindicadores ambientais na ilha de  
Cotijuba, Belém (PA), Amazônia / Mauricio de Souza Brito. — 2025.  
xv, 76 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Ana Paula Linhares Pereira  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em  
Oceanografia, Belém, 2025.

1. Conservação. 2. Meiofauna. 3. Ostracodes. 4. Ecossistemas  
Amazônicos. I. Título.

CDD 577.09811

---



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Geociências**

**Programa de Pós-Graduação em Oceanografia**

**ANÁLISE ECOLÓGICA DA OSTRACOFAUNA (CRUSTACEA) E MEIOFAUNA  
BENTÔNICA ASSOCIADA COMO BIOINDICADORES AMBIENTAIS NA ILHA DE  
COTIJUBA, BELÉM (PA), AMAZÔNIA**

**Dissertação apresentada por  
MAURICIO DE SOUZA BRITO**

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências Ambientais na Área de  
Oceanografia: Linha 1 – Processos em Sistemas Costeiros e Oceânicos.**

Data de Defesa: 27/02/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ANA PAULA LINHARES PEREIRA  
Data: 07/04/2025 10:37:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dra. Ana Paula Linhares Pereira**  
(Orientadora - UFPA/ MPEG)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MAAMAR EL ROBRINI  
Data: 05/04/2025 09:17:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Maâmar El-Robrini**  
(Membro - UFPA)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** NATHALIA CARVALHO DA LUZ  
Data: 04/04/2025 08:38:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dra. Nathalia Carvalho da Luz**  
(Membro - CENPES)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** DIEGO DE ARRUDA XAVIER  
Data: 05/04/2025 11:22:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Diego de Arruda Xavier**  
(Membro - UFMA)

Dedico este trabalho à minha família e à minha namorada, que me apoiaram em todos os momentos. Em especial, dedico à minha mãe, que sempre esteve ao meu lado e nunca permitiu que eu desistisse de realizar o sonho de ser UFPA. Obrigado por tudo, amo vocês!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e à Nossa Senhora de Nazaré pelas bênçãos em minha vida, por ter me ajudado a chegar até aqui e por ter me permitido finalizar mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Dra. Ana Paula Linhares, por ter me convidado mais uma vez a trabalhar ao seu lado, por todo o apoio proporcionado para que eu pudesse realizar este mestrado e por toda a confiança depositada em mim, não somente nesses dois anos, mas em todos os outros como seu aluno.

Agradeço aos meus pais, Janio e Silvia, que sempre fizeram de tudo para me dar as melhores condições possíveis para chegar até aqui, mesmo que muitas vezes não fosse fácil e precisassem abdicar de outras coisas para isso.

Agradeço ao meu irmão, Felipe, por ter chegado à minha vida e realizado o meu primeiro sonho: ser irmão mais velho. Sua presença sempre me inspirou e fez com que eu me sentisse uma fonte de motivação para você.

Agradeço à minha namorada, Sinara, por todo o apoio, cuidado e carinho incondicional. Sem você, este mestrado literalmente não teria sido possível. Desde estudar ao meu lado, me incentivar e até mesmo me acompanhar nas atividades de campo, você sempre esteve presente, mesmo nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus amigos de vida pelo constante incentivo e pelas palavras de afeto que sempre me fortaleceram. Aos meus colegas do MPEG, pelo apoio indispensável nas atividades de campo e pela ajuda prestada sempre que surgiram dúvidas. E por fim, aos meus familiares e a todos que, de alguma forma, colaboraram comigo ao longo dessa jornada.

Agradeço ao Museu Paraense Emílio Goeldi por toda a infraestrutura disponibilizada, que foi essencial para a realização das minhas atividades. Em especial, agradeço ao Prof. Msc. Amilcar Mendes, que gentilmente forneceu grande parte dos equipamentos necessários para esta pesquisa, e ao Prof. Dr. Hilton Costi, pela disponibilidade e apoio no uso do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura.

Por fim, agradeço à UFPA e ao PPGOC por tornarem possível a realização desta pós-graduação e por concretizarem o meu sonho de estudar na maior instituição do Norte. Ao

LAPMAR, pela disponibilização de equipamentos. E ainda, aos excelentes professores que tive, que compartilharam todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento dos meus estudos e à secretária Mônica, que sempre esteve disponível para tirar dúvidas.

Com imensa gratidão, expresso meus mais sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória. Cada apoio, incentivo e companhia foram essenciais para essa caminhada!

*"Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. É hora de compreendermos mais, para temermos menos."*

*Marie Curie*

## RESUMO

A ocupação descontrolada de áreas de proteção ambiental (APA) em Belém-PA e candidatas à APA, como a ilha de Cotijuba, intensificou os impactos ambientais na região. Para mitigar esses efeitos, a Paleobiologia da Conservação integra dados históricos sobre a distribuição de fauna e flora, conectando passado, presente e futuro. Por sua vez, os ostracodes, pequenos crustáceos sensíveis a variações ambientais, que fazem parte da meiofauna bentônica, fornecem informações sobre mudanças nos ecossistemas por meio da análise de suas comunidades e carapaças, formadas a partir do carbonato de cálcio da água. Desta forma, o levantamento da ostracofauna e meiofauna associada na ilha de Cotijuba permitiu o uso desses grupos como bioindicadores. A pesquisa foi realizada nas estações chuvosa, transicional e menos chuvosa, em duas praias: Flexeira, menos impactada, e Farol, mais influenciada por atividades humanas. Durante as campanhas, foram feitas coletas de amostras superficiais nas zonas de inframaré, intermaré e supamaré, além de testemunhos sedimentares, medidas físico-químicas da água e perfis de praia. Os resultados mostraram a praia do Farol como reflexiva e a praia da Flexeira, dissipativa, além de parâmetros físico-químicos com baixa influência sobre os organismos. A meiofauna bentônica registrou 10 classes distintas: Oligochaeta, Polychaeta, Insecta (Diptera e Trichoptera), Malacostraca (Amphipoda), Arachnida, Ostracoda, Hydrozoa, Gastropoda, Bivalvia e Rhabditophora. Aproximadamente 84% dos espécimes são provenientes da praia da Flexeira, sendo essa proporção maior quando analisados somente os ostracodes (89%). Apesar da menor abundância na praia do Farol, foi observada uma grande quantidade de casulos de pupas de Trichoptera, conhecidos por sua sensibilidade à poluição e mudanças ambientais, indicando um ambiente relativamente saudável. Contudo, observou-se baixa abundância de ostracodes, que pode estar relacionada com fatores abióticos, como o tipo de praia e sedimentos grossos. Além disso, a abundância geral da meiofauna de Cotijuba também foi considerada baixa, mesmo sem indícios de intervenção antrópica significativa, o que indica relação do baixo número de espécimes com condições hidrodinâmicas que intensificam processos erosivos e deposicionais. Destaca-se o registro de uma nova espécie: *Cyprideis cotijubensis* sp. nov., como potencial bioindicador da ostracofauna recente em estuários fluviais na Amazônia. O projeto resultou também no livro digital “*Cartilha Digital Preserva Amazônia*”, voltado à conscientização sobre a conservação da Amazônia.

**Palavras-chave:** conservação; meiofauna; ostracodes; ecossistemas amazônicos.

## ABSTRACT

The uncontrolled occupation of environmental protection areas (APA) in Belém-PA and candidates for APA, such as Cotijuba Island, has intensified the environmental impacts in the region. To mitigate these effects, Conservation Paleobiology integrates historical data on the distribution of fauna and flora, connecting past, present, and future. In turn, ostracods, small crustaceans sensitive to environmental variations, which are part of the benthic meiofauna, provide information about changes in ecosystems through the analysis of their communities and shells, formed from the calcium carbonate in the water. In this way, the survey of the ostracofauna and associated meiofauna on the island of Cotijuba allowed the use of these groups as bioindicators. The research was conducted during the rainy, transitional, and less rainy seasons, at two beaches: Flexeira, less impacted, and Farol, more influenced by human activities. During the campaigns, surface samples were collected in the inframarine, intertidal and supramarine zones, as well as sediment cores, physico-chemical water measurements, and beach profiles. The results showed Farol beach as reflective and Flexeira beach as dissipative, in addition to physical-chemical parameters with low influence on the organisms. The benthic meiofauna recorded 10 distinct classes: Oligochaeta, Polychaeta, Insecta (Diptera and Trichoptera), Malacostraca (Amphipoda), Arachnida, Ostracoda, Hydrozoa, Gastropoda, Bivalvia, and Rhabditophora. Approximately 84% of the specimens are from Flexeira beach, with this proportion being higher when only ostracods are analyzed (89%). Despite the lower abundance at Farol beach, a large number of cocoons of Trichoptera pupae were observed, known for their sensitivity to pollution and environmental changes, indicating a relatively healthy environment. However, a low abundance of ostracods was observed, which may be related to abiotic factors, such as the type of beach and coarse sediments. Moreover, the overall abundance of meiofauna in Cotijuba was also considered low, even without indications of significant anthropogenic intervention, which suggests a relationship between the low number of specimens and hydrodynamic conditions that intensify erosive and depositional processes. The record of a new species is highlighted: *Cyprideis cotijubensis* sp. nov., as a potential bioindicator of recent ostracofauna in river estuaries in the Amazon. The project also resulted in the digital book “Cartilha Digital Preserva Amazônia”, aimed at raising awareness about the conservation of the Amazon.

**Keywords:** conservation; meiofauna; ostracods; amazonian ecosystems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, a Ilha de Cotijuba – Belém-PA. ....	5
Figura 2 - Praia do Farol, ilha de Cotijuba, durante o período transicional em 15 de agosto de 2024. ....	6
Figura 3 - Praia da Flexeira, ilha de Cotijuba, durante o período transicional em 15 de agosto de 2024. ....	7
Figura 4 - Falésia exposta na Praia do Vai Quem Quer, correlata à praia da Flexeira, com destaque para a presença da Formação Barreiras (camada branca) na base do afloramento, seguido de uma discordância erosiva com a camada acima dos sedimentos Pós-Barreiras (camada avermelhada). ....	9
Figura 5 - Mapa representativo multitemporal da ilha de Cotijuba quanto ao uso e cobertura da terra. Fonte: (Fapespa 2024, elaboração de ou por CET/Dipea, 2024). ....	14
Figura 6 - Morfologia da carapaça e dos apêndices de um ostracode bentônico. Modificada de Rodriguez-Lázaro & Ruiz-Muñoz (2012). ....	15
Figura 7 - Bloco diagrama representativo do funcionamento de como a paleobiologia da conservação pode utilizar dados do passado, presente e futuro, bem como os mais variados tipos de fósseis e grupos biológicos podem colaborar nas reconstruções e interpretações. ....	19
Figura 8 - Vista aérea da praia da Flexeira com os pontos de coletas de inframaré destacados em verde (superficial), coleta de supramaré no lago destacado em branco (superficial) e coleta de testemunho (TFL01) destacado em azul (supramaré). ....	21
Figura 9 - Vista aérea da praia do Farol com os pontos de coletas de inframaré destacados em verde (superficial), coleta de supramaré (superficial) (PFR06) e testemunho (TFR01) em branco (supramaré). ....	22
Figura 10 - Etapas do procedimento para extração dos ostracodes e demais meiobentos associados: A - Conjunto de peneiras sobrepostas, B - Peneiramento a úmido, C - Lavagem, D - Acondicionamento do material em potes com álcool 70%, E - Triagem do material. ....	25

Figura 11 - Perfil litoestratigráfico da praia da Flexeira (à esquerda), elaborado a partir do testemunho de sondagem TFL01, e da praia do Farol (à direita), a partir do testemunho TFR01.....	29
Figura 12 - Representação da vegetação do tipo Rhizophoraceae encontrada na praia da Flexeira, próximo ao canal que deságua na praia.....	30
Figura 13 - Lago encontrado na praia da Flexeira. Imagem obtida em 15 de agosto de 2024, durante o período transicional. ....	31
Figura 14- Representação evolutiva do canal e lago da praia da Flexeira. ....	31
Figura 15 - Perfil topográfico da praia do Farol, mostrando a morfologia praial nos períodos chuvoso, menos chuvoso e transicional na ilha de Cotijuba. ....	32
Figura 16 - Perfil topográfico da praia da Flexeira, mostrando a morfologia praial nos períodos chuvoso, menos chuvoso e transicional na ilha de Cotijuba. ....	33
Figura 17 - Canal migratório com desembocadura na praia da Flexeira.....	33
Figura 18- Abundância total dos grupos da meiofauna bentônica encontrados nas praias do Farol e Flexeira, nos três períodos de coleta. ....	35
Figura 19 - Alguns grupos encontrados da meiofauna na ilha de Cotijuba, Belém-PA. A. Oligochaeta; B. Nematoda; C. Polychaeta; D. Amphipoda; E. Rhabditophora; F. Casulos pupais de Trichoptera; G. Larvas de Chironomidae; H. Hydrozoa; I. Gastropoda. Escala 0,5 mm.....	36
Figura 20 - Imagem de MEV de alguns elementos da meiofauna bentônica encontrados nas praias da Flexeira e Farol: A–B: Classe Bivalvia; C: Classe Arachnida; D–F: Classe Insecta, Casulos de Hydroptilidae (Trichoptera).....	37
Figura 21 - A - Colônia de <i>Vitta zebra</i> encontrada no lago da Flexeira; B e C - Exemplares de <i>V. zebra</i> . Espécimes com aproximadamente um centímetro de diâmetro.....	39
Figura 22 - Ponto PFL02, na praia da Flexeira, onde foram encontrados alguns espécimes de ostracodes e moluscos. ....	39
Figura 23 - Análise de EDS realizada em casulo de Trichoptera. A: Fotomicrografia e pontos analisados. B: espectro com os picos de elementos químicos presentes no ponto 4.....	41

Figura 24 - Carapaça de ostracode pouco calcificada, encontrada na praia do Farol. Imagem com edição para melhor visualização.....	43
Figura 25 - Exemplares de <i>Cyprideis cotijubensis</i> sp. nov.: A. VE fêmea; B. VD fêmea; C. VD macho; D. VE fêmea; E. VE fêmea; F. Vista interna da VE fêmea; G. Vista interna da VD fêmea; H. Vista interna da VD macho; I. Vista interna da VE macho; J. Detalhe interno da margem anterior; K. Detalhe externo da margem anterior; L. Detalhe da impressão muscular. ....	47
Figura 26 - Gráfico de abundância e riqueza total de táxons encontrados nas praias da Flexeira e do Farol nos três períodos de estudo.....	50
Figura 27 - Gráfico de abundância e riqueza dos táxons encontrados nas praias da Flexeira e do Farol nos três diferentes períodos de estudo. ....	51
Figura 28 - Gráfico de abundância da meiofauna bentônica na praia do Farol durante as três campanhas de coleta. ....	52
Figura 29 - Gráfico de abundância da meiofauna bentônica na praia da Flexeira durante as três campanhas de coleta. ....	53
Figura 30 - Gráfico do agrupamento de associações da meiofauna bentônica entre as praias do Farol e da Flexeira. Valores dos componentes em anexos. ....	54
Figura 31 - Gráfico do agrupamento de associações da meiofauna bentônica entre as praias do Farol e Flexeira, considerando as estações de coleta. Valores dos componentes em anexos. ....	54
Figura 32 - Gráfico <i>boxplot</i> levando em consideração associações de ostracodes vivos e mortos encontrados nas praias aqui estudadas na ilha de Cotijuba. ....	55
Figura 33 - Primeiro volume publicado da Cartilha Digital Preserva Amazônia, com informações sobre estudos na Região Metropolitana de Belém-PA, incluindo a ilha de Cotijuba. O conteúdo pode ser acessado através do QR Code ou no link: <a href="https://preservamazonia.my.canva.site/">https://preservamazonia.my.canva.site/</a> .....	57

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação morfodinâmica de praias arenosas. Fonte: Sasaki (1980).....	23
Tabela 2 - Dados de localização e condições de coleta dos pontos amostrados nas praias da Flexeira e do Farol.....	28
Tabela 3 - Tabela de declividade praial nas três estações de coleta na ilha de Cotijuba, nas praias do Farol e da Flexeira. ....	32
Tabela 4 - Média dos parâmetros ambientais medidos na praia do Farol (zona de inframaré) nos três períodos de estudo. TEMP. = temperatura, pH = potencial hidrogeniônico, Eh = potencial redox, CE = condutividade elétrica, OD = oxigênio dissolvido, TDS = sólidos dissolvidos totais, SAL = salinidade. ....	48
Tabela 5 - Média dos parâmetros ambientais medidos na praia da Flexeira (zona de inframaré) nos três períodos de estudo. TEMP. = temperatura, pH = potencial hidrogeniônico, Eh = potencial redox, CE = condutividade elétrica, OD = oxigênio dissolvido, TDS = sólidos dissolvidos totais, SAL = salinidade. ....	48

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>EPÍGRAFE</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVO</b> .....	4
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	5
<b>4 ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROCLIMÁTICOS</b> .....	8
4.1 GEOLOGIA REGIONAL .....	8
4.2 GEOLOGIA LOCAL .....	8
4.2.1 Sedimentos da Formação Barreiras .....	8
4.2.2 Sedimentos Pós-Barreiras .....	9
4.2.3 Sedimentos Holocenos .....	10
4.3 HIDROLOGIA .....	10
4.4 CLIMATOLOGIA .....	11
<b>5 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
5.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA ILHA DE COTIJUBA .....	12
5.2 PROCESSOS DE ANTROPIZAÇÃO .....	13
5.3 MEIOBENTOLOGIA .....	14
5.4 OSTRACODES .....	15
5.5 AMBIENTES LÓTICOS .....	17

5.6 PALEOBIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO .....	18
<b>6 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
6.1 MATERIAL E ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM .....	21
6.2 MÉTODOS .....	22
<b>6.2.1 Levantamento Topográfico dos Perfis de Praia.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.2 Recuperação da Meiofauna Bentônica .....</b>	<b>24</b>
<b>6.2.3 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos .....</b>	<b>26</b>
<b>6.2.4 Análise Estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>6.2.5 Dados Referenciais dos Pontos de Amostragem .....</b>	<b>27</b>
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>29</b>
7.1 DADOS GEOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS DAS PRAIAS.....	29
7.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA .....	34
7.4 ANÁLISE DA ESPECTROSCOPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS).....	40
7.5 OSTRACOFAUNA.....	41
<b>7.5.1 Sistemática de Ostracoda.....</b>	<b>45</b>
7.6 FATORES ABIÓTICOS E SUA INFLUÊNCIA NA OSTRACOFAUNA .....	47
7.7 INDICADORES DE ESTRUTURA DAS COMUNIDADES.....	50
7.8 INTERPRETAÇÕES PALEOBIOLOGICAS .....	55
7.9 ELABORAÇÃO DE CARTILHA DIGITAL PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA .....	57
<b>8 CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A intensa ocupação e exploração da água e do solo têm o potencial de alterar os processos biológicos, físicos e químicos do ambiente. Os ecossistemas estuarinos e de água doce estão interligados hidrológicamente, tornando-os altamente suscetíveis à uma variedade de impactos causados pela atividade humana, que pode ocorrer em ambientes aquáticos e terrestres próximos ou distantes. Por meio do ciclo hidrológico, a ação das chuvas em áreas mais elevadas resulta no escoamento da água na superfície e abaixo dela, o que pode acarretar transporte de substâncias poluentes para a rede de drenagem (Hadlich & Scheibe 2007, Miranda *et al.* 2009, Castello *et al.* 2013).

A preocupação com a vulnerabilidade dos ecossistemas aquáticos da Amazônia, em relação às pressões humanas, ainda não recebe a devida atenção das esferas científica, pública e política (Castello *et al.* 2013). Os danos causados a esses ambientes têm um impacto significativo na população amazônica, que historicamente depende dos recursos e serviços fornecidos por eles (Furtado *et al.* 1993, Kvist & Nebel 2001, Castello *et al.* 2013). Para conter a degradação desses ecossistemas, é necessária uma abordagem de gestão ambiental adaptativa, com o monitoramento contínuo da localização e extensão dos ecossistemas de água doce, bem como indicadores de integridade destes e os fatores de degradação envolvidos. É fundamental obter e analisar regularmente os dados de monitoramento para avaliar os recursos e orientar o desenvolvimento e implementação de políticas e atividades de gestão (Castello *et al.* 2013, Icmbio 2022).

No âmbito amazônico, a ocupação e o uso de áreas de proteção ambiental (APA) e áreas potenciais para essa classificação, no município de Belém e no entorno (por exemplo, ilha das Onças, Barcarena, Pará), têm ocorrido de forma acelerada e desordenada. Essa dinâmica é impulsionada pelo crescimento populacional de Belém, uma das maiores metrópoles da Amazônia, que registra aumento contínuo de habitantes, incentivando também a migração para as regiões insulares (Ibge 2010). Com isso, a ocorrência de processos não naturais vem sendo intensificada pela presença humana. Nas últimas décadas, algumas linhas de pesquisa vêm sendo desenvolvidas com o intuito de mitigar os efeitos dessas intervenções e suas consequências negativas para os ecossistemas locais.

Nesse contexto, a Paleobiologia da Conservação pode fornecer informações valiosas, pois permite analisar a distribuição histórica de fauna e flora nos ambientes. Com isso, contribui para a reconstrução de ecossistemas e possibilita a correlação entre passado, presente e futuro.

Dessa forma, oferece dados sólidos sobre mudanças já observadas e potenciais alterações futuras no meio ambiente, caso os impactos não sejam mitigados (Conservation Paleobiology Workshop 2012, Vlachos *et al.* 2021, 2023).

Por sua vez, os organismos bentônicos têm sido amplamente utilizados em programas de monitoramento biológico devido à sua acessibilidade, baixo custo de coleta e pelo rápido processamento de suas amostras (Kuhlman 2000). Além disso, eles são altamente sensíveis a alterações ambientais. Observa-se que, em corpos de água próximos às áreas urbanizadas, as comunidades bentônicas sofrem os impactos da intensa atividade humana local, podendo ser gravemente afetadas. Contudo, na maioria dos estudos, os índices bióticos bentônicos utilizados para avaliar a qualidade do ambiente são desenvolvidos principalmente com a macrofauna, não sendo a meiofauna tão analisada para essa finalidade (Dimiza *et al.* 2016).

Por outro lado, os ostracodes, pequenos crustáceos aquáticos, que fazem parte da meiofauna bentônica, desempenham um papel importante na avaliação da qualidade da água. Esses organismos possuem uma carapaça bivalve feita de carbonato de cálcio e estão amplamente distribuídos em diferentes ambientes aquáticos (Armstrong & Brasier 2005). O desenvolvimento das suas populações está intimamente relacionado às condições físico-químicas do ambiente, como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH.

Os ostracodes são extremamente sensíveis às alterações em seu habitat natural, tornando-se valiosos indicadores biológicos (Schneider *et al.* 2016). Esse grupo tem a capacidade de registrar mudanças no ecossistema por meio da estrutura das comunidades e da análise química de suas carapaças. Parâmetros como densidade, diversidade e composição das associações de ostracodes, juntamente com os índices tradicionais de qualidade da água, podem auxiliar na avaliação do impacto da poluição resultante de descargas e efluentes em áreas urbanas (Pieri *et al.* 2012).

Visto isso, o monitoramento contínuo, tanto de curto quanto de longo prazo, dos parâmetros físico-químicos e biológicos em bacias hidrográficas, desempenha um papel crucial na identificação e avaliação de mudanças na qualidade da água (Hadlich & Scheibe 2007, Miranda *et al.* 2009). Assim, fora escolhida parte da ilha de Cotijuba, Belém-PA, como campo de estudo, por se tratar de uma candidata à Área de Proteção Ambiental – APA, que está inserida em um ambiente estuarino com influência de águas do Oceano Atlântico (Oliveira 2008). Para isto, foi analisada a ostracofauna local, a fim de utilizar o grupo como principal bioindicador

para o monitoramento e avaliação de impactos ambientais provindos da ação antrópica nesta ilha. Visto que, diversas pesquisas têm comprovado que os ostracodes possuem excelente potencial como ferramentas para o monitoramento ambiental, uma vez que fornecem dados históricos sobre o ambiente, inclusive em períodos anteriores à intervenção humana (Alin & Cohen 2004, Michaelson *et al.* 2018, Hong *et al.* 2019).

Desse modo, utilizando ostracodes e organismos bentônicos associados, foi feita a análise e o levantamento dos possíveis efeitos antrópicos na região, assim como condições morfodinâmicas na ilha, possibilitando, a obtenção de um conjunto de dados necessários para entender sua dinâmica, trazer visibilidade e sensibilizar as autoridades locais no sentido de estabelecer um planejamento adequado sobre a expansão da ocupação na ilha e os impactos causados, não somente do ponto de vista ambiental, mas também aqueles que eventualmente podem acarretar riscos para os moradores locais.

## 2 OBJETIVO

O presente estudo visa caracterizar a ostracofauna e meiofauna bentônica associada na ilha de Cotijuba – Belém-PA, a fim de observar possíveis impactos antrópicos na área de estudo e introduzir os ostracodes como ferramenta para monitorar a qualidade do ambiente, auxiliando em estudos sobre a conservação da biodiversidade dos ecossistemas amazônicos.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a ostracofauna e meiofauna bentônica presente na área de estudo e mapear as suas ocorrências;
- Correlacionar a distribuição da ostracofauna encontrada com os parâmetros físico-químicos da água;
- Verificar as variações topográficas nos diferentes períodos sazonais e sua influência na distribuição da biota;
- Interpretar a dinâmica do ambiente e possíveis alterações antrópicas através da densidade populacional dos ostracodes e outros organismos meiobentônicos associados;
- Produzir em plataforma digital, uma extensão dos conhecimentos obtidos no projeto, com fácil interpretação, com o intuito de divulgação científica para pessoas de fora do meio acadêmico.

### 3 ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Cotijuba, situada no município de Belém, estado do Pará, nas coordenadas  $01^{\circ}15'30''$  S e  $48^{\circ}33'30''$  W (Figura 1), trata-se da terceira maior ilha do município, com cerca de 16 km<sup>2</sup>. Ao norte, a ilha é bordeada pelas águas da baía de Santo Antônio, a oeste, pela baía do Marajó, e nas porções leste e sul, pelo furo do Mamão. Além disso, a ilha encontra-se a 9 km do distrito de Icoaraci, cerca de 33 km do centro da capital (Huffner & Bello 2012, Silva *et al.* 2021).

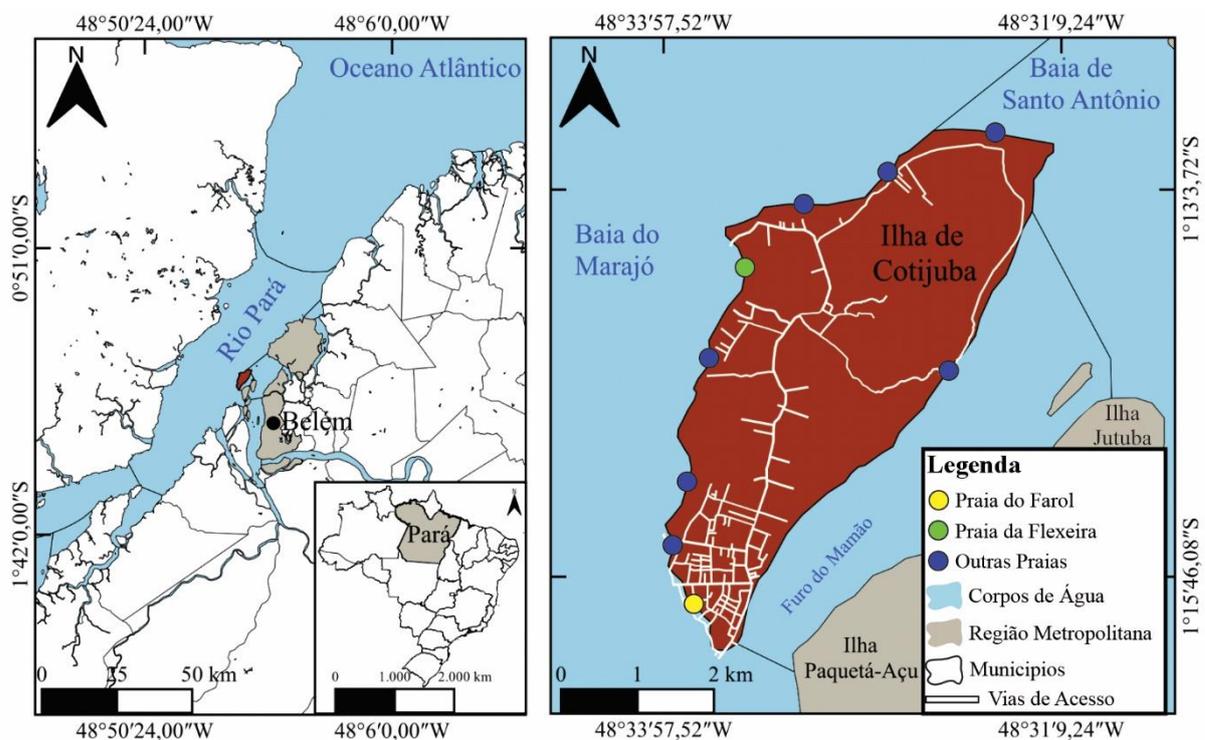


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, a Ilha de Cotijuba – Belém-PA.

O acesso à ilha ocorre somente a partir de embarcações que saem diariamente do terminal hidroviário de Icoaraci, município de Belém-PA. Os barcos saem a cada hora, começando às 07:00, com uma duração de viagem de cerca de 45 minutos. Mesmo que a ilha ainda não seja considerada uma APA, o uso de alguns veículos é restrito por conta da lei nº 7.768/95 - CMB, com isso a locomoção no seu território interno é feita somente a pé, por motos, “motorretes” (tipo de moto adaptada para levar múltiplos passageiros), ou ainda por um caminhão no estilo “pau de arara” disponibilizado pela prefeitura.

Atualmente, a gestão da ilha de Cotijuba é feita pela Administração Regional de Outeiro – AROUT, parte integrante da Prefeitura de Belém (Pereira 2019). Apresenta doze comunidades, nomeadas por suas respectivas praias, são elas: Praia da Saudade, Praia do Farol, Praia da Flexeira, Praia do Amor, Praia Funda, Praia do Vai Quem Quer, Praia do Poção, Faveira, Pedra Branca, Bosque, Prainha e Fazendinha (Ribeiro *et al.* 2014). Na presente proposta, são estudadas a Praia do Farol (Figura 2), uma das mais procuradas pelos banhistas, por conta da sua proximidade com terminal hidroviário, além de estar próximo à zona urbana da ilha, e a Praia da Flexeira (Figura 3), com menor procura por conta do seu difícil acesso e ausência de infraestrutura, sendo uma praia pouco utilizada por banhistas. Ambas as praias foram escolhidas como forma de comparar a assembleia de ostracodes em dois diferentes ambientes, um mais e outro menos antropizado.



Figura 2 - Praia do Farol, ilha de Cotijuba, durante o período transicional em 15 de agosto de 2024.



Figura 3 - Praia da Flexeira, ilha de Cotijuba, durante o período transicional em 15 de agosto de 2024.

## 4 ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROCLIMÁTICOS

### 4.1 GEOLOGIA REGIONAL

A região metropolitana de Belém é constituída por rochas e sedimentos de distintas formações geológicas: a Formação Pirabas, conhecida pelos sedimentos carbonáticos e siliciclásticos, além de abundante conteúdo fossilífero (Fernandes 1984, Toledo 1989, Rossetti & Santos Jr. 2004, Rossetti 2006, Távora *et al.* 2010); a Formação Barreiras, por sedimentos terrígenos continentais e marinhos (Suguio & Nogueira 1999, Vilas Boas *et al.* 2001, Arai 2006); e sedimentos Pós-Barreiras, por sedimentos costeiros (Tatumi *et al.* 2008). A sequência de idade varia entre Oligo-Mioceno, Mio-Pleistoceno (Suguio & Nogueira 1999, Vilas Boas *et al.* 2001, Rossetti 2001, Arai 2006), além de serem encontrados sedimentos Holocenos nas camadas superficiais (Oliveira 2008).

### 4.2 GEOLOGIA LOCAL

A ilha de Cotijuba é formada por sedimentos da Formação Barreiras, sedimentos Pós-Barreiras e sedimentos do Holoceno (Figura 4). Contudo, em estudos mais localizados, como o de Luiz (1999), a partir de perfis geofísicos para as unidades aquíferas, observou-se a predominância de sedimentos Pós-Barreiras e recentes.

#### 4.2.1 Sedimentos da Formação Barreiras

Cotijuba apresenta, em grande parte da sua extensão, afloramentos de falésias ativas compostas por sedimentos da Formação Barreiras (Figura 4). Sua posição estratigráfica está sobreposta à Formação Pirabas, mesmo que esta não aflore na ilha (Silva 1998). Segundo Araújo (2001) e Costa *et al.* (1991), o topo do Grupo Barreiras é encontrado em diferentes profundidades, variando entre 8 e 120 metros, com uma média de espessura de aproximadamente 15 metros. A idade atribuída para a unidade vai do Mioceno médio (Rossetti 2001) ao Pleistoceno inferior (Suguio & Nogueira 1999, Vilas Boas *et al.* 2001, Arai 2006).

No estudo conduzido por Rossetti *et al.* (1989), foi constatada a presença de doze fácies sedimentares distintas para esta unidade geológica, as quais foram agrupadas em três associações principais: conglomeráticas, arenosas e argilosas. Essas fácies foram depositadas

em diferentes ambientes, sendo eles predominantemente sistemas de leques aluviais, planícies de areia e planícies de lama.



Figura 4 - Falésia exposta na Praia do Vai Quem Quer, correlata à praia da Flexeira, com destaque para a presença da Formação Barreiras (camada branca) na base do afloramento, seguido de uma discordância erosiva com a camada acima dos sedimentos Pós-Barreiras (camada avermelhada).

Os sedimentos da Formação Barreiras são compostos por argila, silte e areia fina. Além disso, eles podem conter leitos de areia e conglomerados com cores variadas, como vermelho, amarelo e esbranquiçado. É comum encontrar nódulos e concreções de ferro formados *in situ*, que conferem um aspecto mosqueado característico. Também são encontrados arenitos ferruginosos e camadas de seixos quartzosos na formação mencionada (Silva Júnior 1998).

#### 4.2.2 Sedimentos Pós-Barreiras

Os sedimentos Pós-Barreiras são encontrados sobrepostos à Formação Barreiras, apresentando uma discordância erosiva no seu contato. Possui em sua matriz sedimentos areno-

argilosos, inconsolidados e pequenos níveis de seixos de arenito ferruginoso (S 1969). Estes são considerados produtos da Formao Barreiras, justificando a ausência de dataes radiométricas para os sedimentos Pós-Barreiras. A partir de estudos de datao prévia por luminescência óptica estimulada (LOE), realizados por Tatumi *et al.* (2008), foi definido que a idade de deposio para essa sequência sedimentar ocorre entre o Neopleistoceno ao Neoholoceno.

#### 4.2.3 Sedimentos Holocenos

Na ilha de Cotijuba os sedimentos holocenos recentes são encontrados em praias, manguezais, terraos e cordões litorâneos (Oliveira 2008). Contudo, para região de Belém, há registros de pântanos e manguezais, terraos marinhos, campos de dunas colonizadas, barras, praias e cordões litorâneos atuais, além de dunas costeiras. São constituídos por diferentes camadas de areias, siltes e argilas, que se alternam em espessuras variáveis. É frequente a presena de argilas orgânicas que contm vestígios de matéria vegetal, bem como a ocorrência de bioturbao, intercaladas com siltes e areias finas (Costa *et al.* 1991).

#### 4.3 HIDROLOGIA

A ilha de Cotijuba está localizada em uma zona de maré do rio Pará, a uma distância de 90 km da foz (El-Robrini *et al.* 2018). Sendo um dos rios mais expressivos da região, possui aproximadamente 50 km de distância entre as margens de sua desembocadura e 300 km de extensão longitudinal (Prestes 2016). O rio Pará  abastecido por múltiplos sistemas de drenagem, sendo o mais importante deles o rio Tocantins, responsável pela maior parte da descarga fluvial (cerca de 10,828 m<sup>3</sup>/s a 74,391 m<sup>3</sup>/s). O rio Amazonas, apesar de contribuir em menor proporo, fornece uma expressiva descarga fluvial, através do Estreito de Breves (Borba 2014). Prestes (2016), analisando uma série histórica, observou valores de descarga por volta de 8,495  $\pm$ 10% m<sup>3</sup>/s.

A ilha de Cotijuba é regida por um sistema de meso-maré do tipo semi-diurno, com variaes mdias de aproximadamente 3 m entre o ciclo diário de marés alta e baixa (Oliveira 2008, El-Robrini *et al.* 2018). Oliveira (2008) observou que, durante o período de sizígia entre

os meses de janeiro e março de 2007, as variações registradas na amplitude das marés são de 3,2 m (com mínima de 0,4 m e máxima de 3,6 m).

Na Baía do Marajó, Rosário (2016) observou que, durante a descarga mínima do rio Pará, as correntes de maré atingem velocidades de 1,2m/s na enchente e 1,4m/s na vazante. Já no período de descarga máxima, essas velocidades chegam a 1,3m/s na vazante e -1m/s na enchente. De forma similar, Prestes (2016) registrou as seguintes velocidades de descarga máxima na mesma região: 1,7m/s na enchente e 1,1m/s na vazante. Durante a descarga mínima, os valores foram de 1,5m/s na enchente e 1,33m/s na vazante. Além disso, o rio Pará apresenta uma descarga média anual de cerca de  $10^4$  m<sup>3</sup>/s (Prestes *et al.* 2014).

#### 4.4 CLIMATOLOGIA

Conforme Carvalho *et al.* (2004) a ilha de Cotijuba possui um clima equatorial amazônico, classificado como tropical quente e extremamente úmido, com temperatura média anual em torno de 26 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 85%. A variação dos ventos na região é influenciada pela movimentação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que afeta diretamente a sua frequência de chuvas. O regime de chuvas na Amazônia divide-se em dois períodos climáticos distintos: o menos chuvoso, que ocorre de junho a novembro, e o mais chuvoso, que vai de dezembro a maio. Embora alguns trabalhos, como o presente, possam utilizar períodos transicionais entre os já estabelecidos, como mais um período para o desenvolvimento de atividades de coleta e biomonitoramento.

Os maiores índices de precipitação concentram-se entre dezembro e fevereiro, sendo influenciados por dois sistemas climáticos: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Durante sua migração para o hemisfério sul, a ZCIT favorece a formação de Linhas de Instabilidade (LI) no norte e nordeste da Amazônia, contribuindo para o aumento das chuvas entre os meses de dezembro e maio (Souza *et al.* 2016).

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA ILHA DE COTIJUBA

A ilha de Cotijuba, localizada na capital Belém, estado do Pará, tem seu passado marcado por inúmeras ocupações históricas, estabelecendo diferentes fases do seu desenvolvimento. No início, a ilha era ocupada pelos indígenas Tupinambás, os quais a nomearam Cotijuba, que significa “trilha dourada” em tupi guarani. Em meados do século XVII, houve a primeira instalação de um engenho de arroz e a ocupação de novas populações extrativistas, que viviam da caça, pesca e agricultura. Houve também a implementação de um hospital militar, um presídio, um educandário, bem como uma colônia agrícola, uma vez que a distância em relação à capital era significativa (Guerra 2001).

Tendo em vista as características geomorfológicas da ilha, os tipos de uso da terra foram atribuídos a diferentes regiões, sendo as áreas de várzea utilizadas para atividades extrativistas e de pesca, enquanto a região de terra firme concentra o uso rural, além da moradia da população. Contudo, com a intensa urbanização da ilha, a mesma perde força nas atividades de subsistência, uma vez que a presença de fatores antrópicos se tornam cada vez mais presentes, visto que Cotijuba foi por muitos anos a única ilha que possuía transporte público regular (Ribeiro 2014).

Inicialmente, sua população era composta apenas por pescadores, agricultores e ex-presidiários do antigo presídio que existia na ilha, criando um ambiente inóspito e exótico, sem grandes alterações nas suas condições naturais por parte da presença humana. Por conta da ausência do estado, Cotijuba passou todo o século XVIII sem que houvesse demarcações territoriais, onde as terras não eram formalmente adquiridas. Dessa maneira, a ausência de documentos e registros da época deixa uma lacuna na história desse período (Huffner & Bello 2012).

Sua maior intervenção se passa por volta de 1930, quando o então governador Magalhães Barata, mediante ações do governo, começa a construção de prédios e instalações do Estado (Huffner & Bello 2012). Posteriormente, durante o governo de Zacarias Assumpção, a ilha passou por diversos loteamentos, favorecendo seus amigos e parentes, contudo o aumento populacional se deu somente após a doação de lotes, por parte da associação dos moradores da ilha de Cotijuba, já fomentando a área para lazer e descanso (Silva 2003).

## 5.2 PROCESSOS DE ANTROPIZAÇÃO

A intensificação do turismo e sua importância econômica para a ilha de Cotijuba provocaram mudanças significativas nas dinâmicas locais. Atividades antes predominantes foram gradativamente restringidas a áreas mais distantes, concentrando-se na porção norte da ilha, enquanto a porção sul passou a ser ocupada por empreendimentos turísticos, devido à sua maior facilidade de acesso (Huffner & Bello 2012). Esse processo transformou a vida dos moradores, que passaram a desempenhar atividades comerciais e de serviço, buscando melhores condições de renda e qualidade de vida (Silva 2001).

Além de modificar as ocupações tradicionais, o crescimento do turismo nas regiões insulares também incentivou a migração de novas pessoas em busca de oportunidades de trabalho. No entanto, diferentemente das comunidades nativas, esses novos habitantes nem sempre compartilham o mesmo zelo pelo meio ambiente. A demanda por moradias mais acessíveis e a expansão das atividades econômicas ligadas ao turismo têm contribuído para o aumento populacional nas ilhas nos últimos anos (Huffner 2013).

Diante do processo de ocupação territorial desordenado pelo turismo, a ilha tem sofrido com consideráveis impactos ambientais (Mesquita & Silva 2010). Ocupação ilegal de terras, especulação imobiliária, loteamentos irregulares e desmatamento são considerados os principais efeitos provenientes da ocupação humana da ilha de Cotijuba causada pelo turismo (Huffer 2013).

Através do boletim de sustentabilidade das ilhas de Belém-PA, desenvolvido pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA (2024), foram obtidas informações importantes sobre a ilha de Cotijuba. Foram identificadas seis classes de uso e cobertura do solo: área agrícola, vegetação secundária, vegetação ombrófila densa, lagos, área urbanizada e praias. Os dados mostram que, nos últimos 20 anos, a paisagem da ilha teve alterações na sua composição, observando um aumento na área urbanizada (Figura 5).

Em 2001, a área urbanizada de Cotijuba ocupava 2,24 km<sup>2</sup>, enquanto, em 2023, alcançou 4,00 km<sup>2</sup>, representando um aumento de cerca de 79% em pouco mais de 20 anos. Houve também alterações em outras categorias, como a vegetação secundária, que passou de 3,24 km<sup>2</sup> para 1,14 km<sup>2</sup> em 2023, correspondendo a 35% da área inicial. A área agrícola cresceu de 1,54 km<sup>2</sup> em 2001 para 1,89 km<sup>2</sup>, um aumento de aproximadamente 23%. Além disso, as áreas de "praias" e "lagos" totalizavam, respectivamente, 1,70 km<sup>2</sup> e 773 m<sup>2</sup>. Esses dados

indicam que, nas últimas décadas, a expansão da área urbana alcançou 24,27% do território da ilha. Esse processo reflete o crescimento e a intensificação das atividades comerciais e turísticas em Cotijuba, resultando em alterações na dinâmica das paisagens (Fapespa 2024).

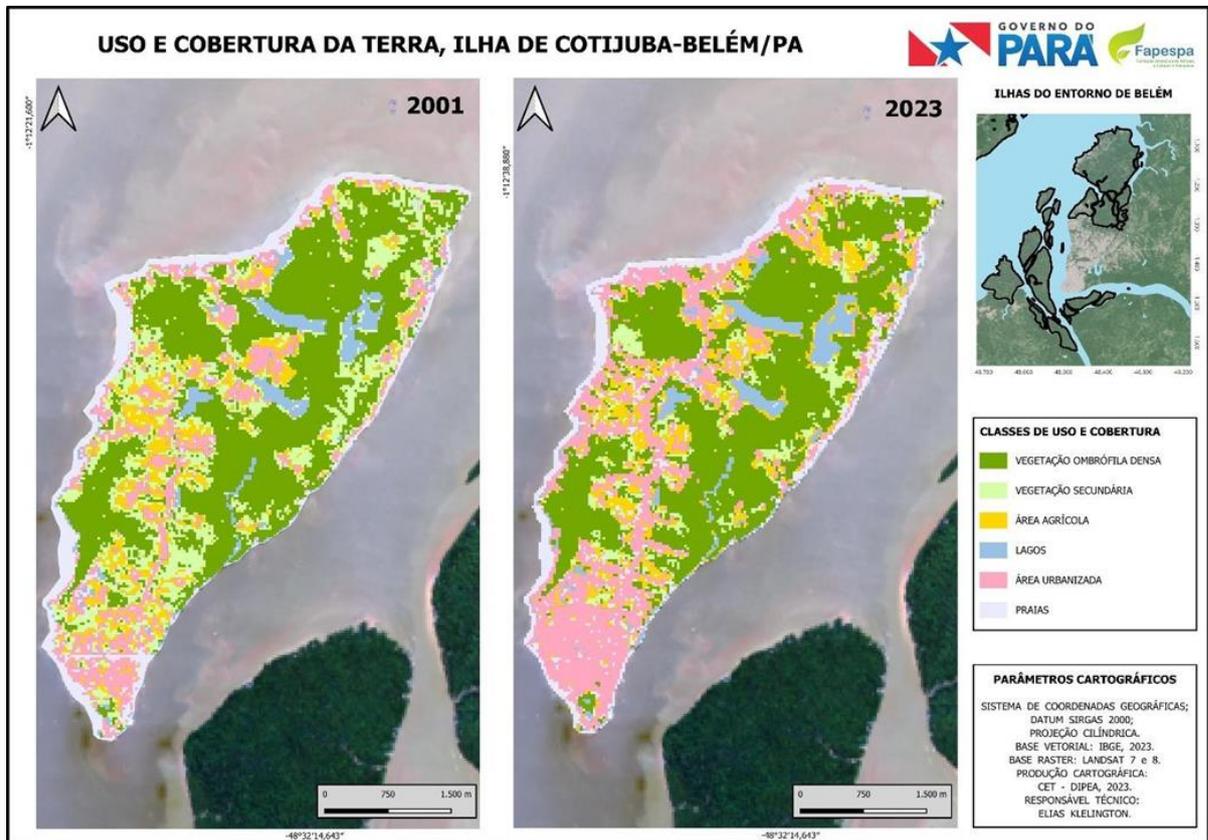


Figura 5 - Mapa representativo multitemporal da ilha de Cotijuba quanto ao uso e cobertura da terra. Fonte: (Fapespa 2024, elaboração de ou por CET/Dipea, 2024).

### 5.3 MEIOBENTOLOGIA

A meioentologia é o ramo da ciência dedicado ao estudo de pequenos grupos de organismos que habitam em abundância os sedimentos aquáticos, conhecidos como componentes da meiofauna bentônica. Essa meiofauna ou meioentos referem-se a pequenos organismos bentônicos que vivem tanto em ambientes marinhos quanto em corpos de água doce. O termo "meiofauna" não designa uma classificação taxonômica específica, mas caracteriza organismos com base em seu tamanho, intermediário entre a microfauna e a macrofauna. Geralmente, esses organismos têm dimensões entre 32  $\mu\text{m}$  e 0,5 mm, embora haja variações nos limites definidos por diferentes pesquisadores (Giere 2009).

O interesse científico pela meiofauna bentônica intensificou-se há cerca de quatro décadas, com foco na análise de grupos pertencentes a diversos filos, como Annelida, Arthropoda, Nematoda e Platyhelminthes. Devido ao seu pequeno tamanho, esses organismos podem ser desafiadores quanto à sua coleta e extração nos sedimentos, o que frequentemente leva a uma subestimação de sua relevância. No entanto, a ampla distribuição e a presença constante em diferentes tipos de habitats aquáticos, tornam os meiobentos ferramentas valiosas para estudos de avaliação ambiental em uma variedade de ecossistemas (Coull 1999, Giere 2009).

#### 5.4 OSTRACODES

Os ostracodes são elementos da meiofauna bentônica que possuem uma carapaça bivalve composta por quitina e calcita, a qual tem a função de proteger o seu corpo. Além disso, possuem uma camada mole chamada de epiderme. Esses organismos apresentam de cinco a oito pares de apêndices, variando conforme o grupo de que fazem parte (Figura 6). A maioria dos adultos apresenta comprimento entre 0,4 e 1 mm, onde levam até oito estágios ontogenéticos para atingir este tamanho, e seu desenvolvimento se dá por meio de mudas ou ecdises de suas carapaças, as quais apresentam grande potencial de preservação por conta de sua calcificação (Coimbra & Bergue 2011).

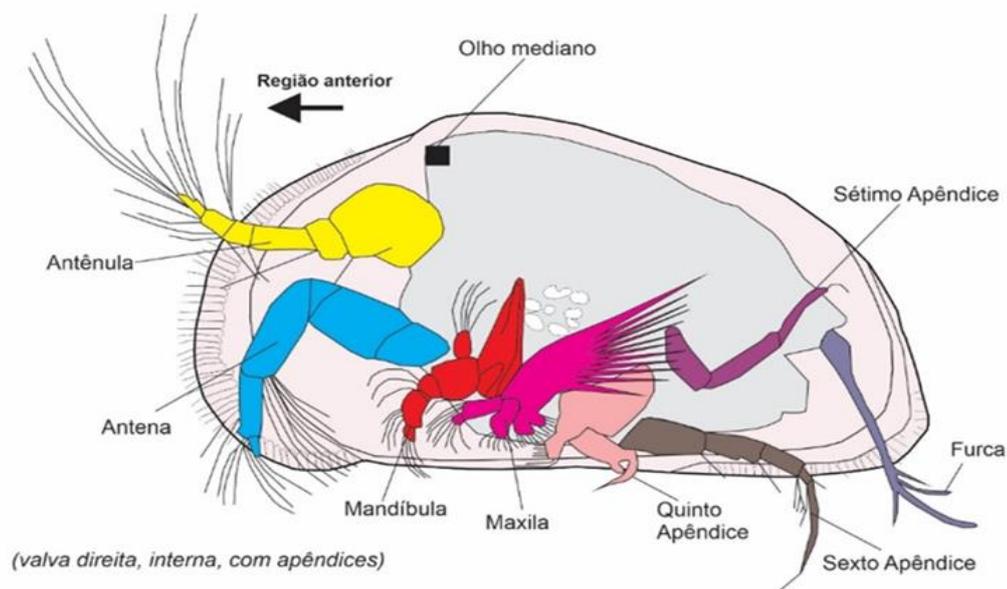


Figura 6 - Morfologia da carapaça e dos apêndices de um ostracode bentônico. Modificada de Rodriguez-Lázaro & Ruiz-Muñoz (2012).

Os ostracodes pertencem ao grupo dos artrópodes, especificamente aos crustáceos da classe Ostracoda. Eles se dividem em cinco subclasses distintas: Metacopa, Palaeocopa e Platycopa, compostas por táxons marinhos já extintos; Myodocopa e Podocopa, que possuem representantes vivos. Dentre estas, apenas Podocopa apresenta tanto táxons marinhos quanto não marinhos (Brandão *et al.* 2025). São organismos cosmopolitas, ou seja, estão presentes em uma variedade de habitats, como ambientes marinhos (e. g., Hartmann 1954, 1955, Pinto *et al.* 1978, Coimbra *et al.* 1999, Coimbra & Bergue 2011), ambientes de água doce (e. g., Higuti & Martens 2014, Higuti *et al.* Martens 2017), bem como em ambientes semi-terrestres (e. g., Pinto *et al.* 2003).

Com base nos dados de Kempf (1996a,b, 1997 e suas atualizações), mais de 65.000 espécies de ostracodes fósseis e recentes já foram descritas. No entanto, devido a sinonímias, esse número pode ser reduzido pela metade (Horne *et al.* 2002, Ikeya *et al.* 2005). Dentre as espécies reconhecidas, aproximadamente 2.330 são de ambientes não marinhos, distribuídas em 270 gêneros, todos pertencentes à ordem Podocopida. No Brasil, foram registradas 117 espécies e 37 gêneros.

Os primeiros ostracodes adaptados a ambientes dulcícolas surgiram no Carbonífero (Era Paleozoica), representados pelo gênero *Carbonita*, cujos representantes migraram de ambientes marinhos para colonizar lagoas efêmeras e sistemas fluviais de baixa salinidade (Iglukowska 2014). Entretanto, foi apenas no Jurássico (Era Mesozoica) que ocorreu uma diversificação significativa dessas formas em águas continentais (Sames & Horne 2012).

Tendo em vista sua excelente adaptação aos ambientes flúvio-continentais, como lagos, rios, pântanos e lagoas, os ostracodes não marinhos têm apresentado um grande potencial para estudos aplicados às áreas ecológicas e evolutivas, uma vez que são normalmente encontrados bem preservados e muito abundantes em sedimentos continentais, podendo servir como indicadores de mudanças climáticas e ambientais do passado, além de aplicações em estudos atuais (Horne *et al.* 2012, Ruiz *et al.* 2013). Diante de sua sensibilidade às variações do ecossistema em que se insere, os ostracodes reforçam a sua grande capacidade de serem utilizados como bioindicadores (Schneider *et al.* 2016).

Embora apresentem uma população variada e abundante, os ostracodes de água doce ainda não foram amplamente estudados, e o conhecimento sobre suas preferências ecológicas e distribuição nos habitats permanece pouco conhecido (Külköylüoğlu 2004). No entanto,

certas espécies indicadoras demonstram um potencial significativo para ampliar nossa compreensão sobre os parâmetros e/ou condições dos ecossistemas, que podem ser afetados tanto por fatores naturais quanto por atividades humanas, assim contribuindo para estudos de monitoramento e conservação (Yılmaz & Külköylüoğlu 2006).

Dessa forma, por meio de estudos de monitoramento ambiental através de regiões comprometidas pela ação antrópica, seja pelo crescimento exacerbado, expansão de regiões urbanas, ou atividades de agricultura e industrialização, que acabam poluindo as bacias no entorno das grandes cidades, pode-se detectar a influência dos poluentes mediante a ocorrência de espécies bioindicadoras e como isto reflete na distribuição desses grupos (Parameswari *et al.* 2020, Rossetti *et al.* 2020). As informações coletadas podem ser utilizadas em estudos paleontológicos para reconstruir parte da história dos ambientes passados (Külköylüoğlu *et al.* 2018), bem como em ambientes contemporâneos, contribuindo de maneira eficaz no monitoramento e direcionando futuras ações efetivas em áreas com comprometimento ambiental.

## 5.5 AMBIENTES LÓTICOS

Ambientes lóticos são formados por corpos d'água que estão em constante movimento, como rios, riachos e córregos. Esses ecossistemas desempenham um papel essencial na manutenção da homeostase dos ciclos biogeoquímicos, tanto ao nível regional quanto ao global, facilitando o armazenamento e transporte de elementos químicos e nutrientes. Além disso, eles fornecem água potável, são fundamentais para a pesca comercial e de subsistência, abastecem sistemas de irrigação e ajudam na remoção de resíduos. O ambiente lótico envolve interações complexas entre processos químicos, físicos e biológicos (Wehr & Descy 1998, Bere & Tundisi 2010).

Esses sistemas são vitais para o transporte de nutrientes e sedimentos, além de serem indispensáveis para a preservação da biodiversidade. Sua dinâmica depende do fluxo da água, que pode variar desde pequenos córregos até grandes rios. Para que micro habitats existam e sejam funcionais, algumas características físicas, como largura, profundidade, velocidade da corrente, tipo de substrato e temperatura, são fundamentais para a sobrevivência das espécies (Strayer & Dudgeon 2009).

Compreender esses ambientes, de grande importância econômica, social e ecológica, é crucial para o desenvolvimento de políticas públicas, projetos de leis e ações de conservação. Nesse contexto, os indicadores biológicos têm um papel essencial na divulgação sobre a saúde desses ecossistemas, para a conscientização da população e das autoridades locais, incentivando a criação de políticas focadas na proteção dos recursos e benefícios que estes oferecem (Neumann-Leitão & El-Deir 2009).

## 5.6 PALEOBIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO

De acordo com Vlachos *et al.* (2023) a paleobiologia da conservação, por se tratar de um campo do conhecimento emergente, ainda possui poucos estudos difundidos no meio acadêmico, mas ainda assim é uma área muito diversa quanto à sua multidisciplinaridade, incluindo conhecimentos da paleontologia, geologia, ecologia, oceanografia e biologia, tendo espaço ainda para muitas outras áreas agregarem seus conhecimentos.

O meio ambiente vem enfrentando constantes mudanças climáticas, alterações na biosfera e extinções de espécies, grande parte por consequência da poluição e degradação provocada pela ação antrópica. Dessa forma, estudos, através da análise de organismos bentônicos, fósseis, antigos e recentes, são capazes de fornecer informações a respeito da dinâmica dos ecossistemas, permitindo a comparação entre as assembleias de diferentes espaços amostrais, possibilitando obter respostas através da estrutura de suas comunidades. Assim, verificando as variações ambientais ao longo do tempo, sendo possível traçar possíveis respostas que o ambiente esteja mostrando e que possam acontecer a curto ou a longo prazo (Figura 7) (Vlachos *et al.* 2021, 2023).

Dentre as principais ferramentas utilizadas em estudos de paleobiologia da conservação, sabe-se que os microfósseis calcários são excelentes bioindicadores e registram grande parte da história ecológica e evolutiva da vida na Terra (Bergue & Coimbra 2008). Contudo, os trabalhos desenvolvidos para esta área do conhecimento vêm sendo mais focados em estudos aplicados em moluscos (Smith 2018, Kusnerik 2020, Assumpção *et al.* 2022, Tyler & Kowalewski 2023).

Tyler & Kowalewski (2023) avaliaram a confiabilidade do registro fóssil na preservação de informações ecológicas sobre comunidades marinhas bentônicas. Eles compararam a diversidade das comunidades vivas com as fossilizadas em habitats costeiros da Carolina do

Norte, EUA. Obtiveram diferenças na composição entre as duas assembleias, devido às propriedades de preservação, tendo em vista o processo de fossilização. Os moluscos fósseis foram identificados como excelentes indicadores para rastrear mudanças na estrutura da comunidade e diversidade, sugerindo que o registro fóssil pode ser confiável para comparações relativas de paleocomunidades marinhas bentônicas rasas. Esses achados são importantes para entender a confiabilidade do registro fossilífero na reconstrução de ecossistemas passados e avaliar a variabilidade dos ecossistemas ainda em condições naturais, pré-ação antrópica.

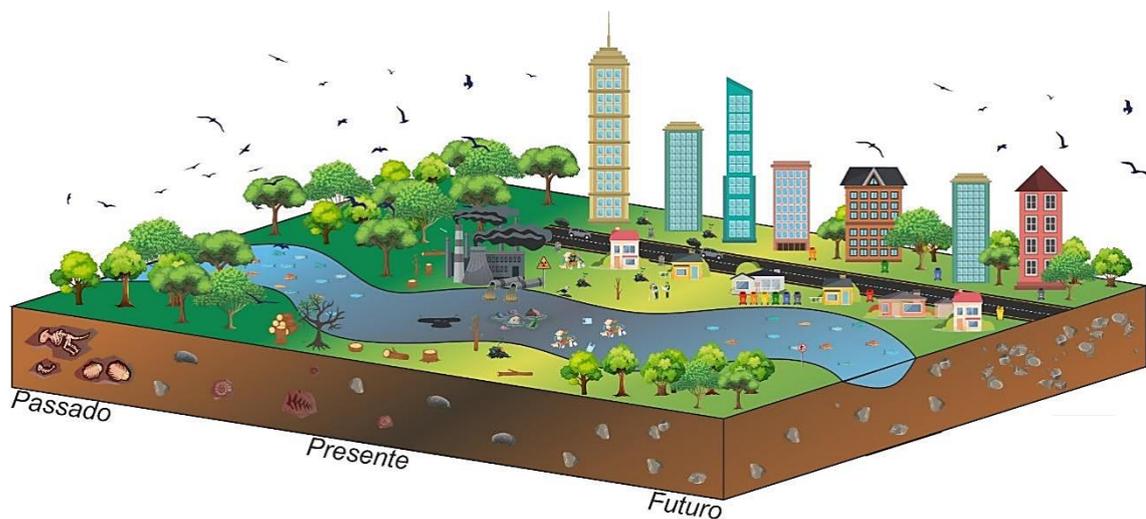


Figura 7 - Bloco diagrama representativo do funcionamento de como a paleobiologia da conservação pode utilizar dados do passado, presente e futuro, bem como os mais variados tipos de fósseis e grupos biológicos podem colaborar nas reconstruções e interpretações.

Apesar de grande parte dos autores desenvolver trabalhos para estudos de paleobiologia da conservação utilizando os moluscos, em trabalhos como de Yasuhara *et al.* (2003), é visto que os ostracodes também podem ser utilizados como indicadores de poluição ambiental, tendo em vista a resistência de certas espécies a agentes contaminantes, e a não resistência de outras espécies. Esses autores observaram o desaparecimento da espécie *Callistocythere alata* Hanai, 1957 nas regiões que foram atingidas por agentes poluentes na Baía de Hiroshima, provindos da ação antrópica. Schornikov (2000) observou no porto de Vladivostok, na Rússia, que em regiões onde ocorre o aporte de esgoto não eram encontrados ostracodes.

Alin & Cohen (2004) abordam a relevância dos registros paleoecológicos de alta resolução no Lago Tanganyika, África Oriental, para compreender a dinâmica das comunidades

ao longo do tempo frente às mudanças ambientais. Foram coletadas amostras de ostracodes vivos, mortos e fósseis recentes, onde a comparação das características das assembleias de espécies revelou que as mortas e fósseis apresentam alta fidelidade, embora as vivas mudassem. As descobertas demonstraram que as análises paleoecológicas podem proporcionar *insights* valiosos sobre a variabilidade de longo prazo das comunidades, contribuindo diretamente para a conservação das espécies.

Michelson & Park (2013) investigaram o registro fóssil de ostracodes em lagos da Ilha de San Salvador, Bahamas, demonstrando que, em seis dos sete lagos estudados, há uma forte correspondência entre as assembleias vivas e mortas. Essa alta fidelidade tafonômica sugere que as mudanças observadas nas assembleias fósseis refletem variações ambientais reais, tornando os ostracodes um excelente grupo para reconstruções paleoecológicas. No entanto, o estudo também destacou o impacto de modificações antrópicas no registro tafonômico, como observado no lago Watlings Blue Hole, onde intervenções humanas alteraram significativamente a composição das assembleias de ostracodes mortos. Estudos como este reforçam a importância da paleobiologia da conservação para diferenciar processos naturais de mudanças antropológicas, fornecendo subsídios para a conservação e gestão de ecossistemas atuais com base em registros fósseis.

Luz (2019) também realizou estudos com ostracodes na Cadeia de Vitória Trindade (Espírito Santo, Brasil), observando variações entre as associações vivas e mortas. Para a ilha da Trindade, a autora constatou associações muito fiéis entre organismos mortos e vivos, o que possibilita, por meio de futuros monitoramentos, observar mudanças a longo prazo. No entanto, nos montes submarinos já foram observadas diferenças entre as faunas; quanto à fauna morta, foi observada maior presença de organismos adultos, já a respeito da fauna viva, foi observada a presença maior de indivíduos juvenis. Neste trabalho, essa variação foi atribuída à uma rápida perda das carapaças após a morte dos ostracodes.

Barbieri *et al.* (2020) perceberam uma excelente integração entre os dados obtidos com foraminíferos e ostracodes bentônicos. Eles trabalharam com amostras do Holoceno na Itália que ainda não haviam sido afetadas pela ação humana, com isso foi possível observar mudanças de longo prazo, que não são registradas em sucessões sedimentares recentes, já voltadas para a era industrial, demonstrando uma excelente oportunidade de desenvolver a paleobiologia da conservação.

## 6 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1 MATERIAL E ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM

Foram realizadas atividades de campo nas praias do Farol e da Flexeira, na ilha de Cotijuba, Belém-PA, no período chuvoso (março), transicional (agosto) e menos chuvoso (novembro). Foi realizado no período chuvoso, a coleta de um testemunho de sondagem para cada praia na zona de supramaré (Figuras 8 e 9), com recuperação sedimentar de aproximadamente um metro de profundidade (sub amostrados em intervalos de cinco centímetros), a fim de abranger a maior série histórica possível. Além disso, para uma melhor amostragem espacial, foram coletadas, durante as três campanhas, seis amostras superficiais entre as zonas de inframaré e intermaré (Figuras 8 e 9) de aproximadamente um quilo cada, em ambas as praias.

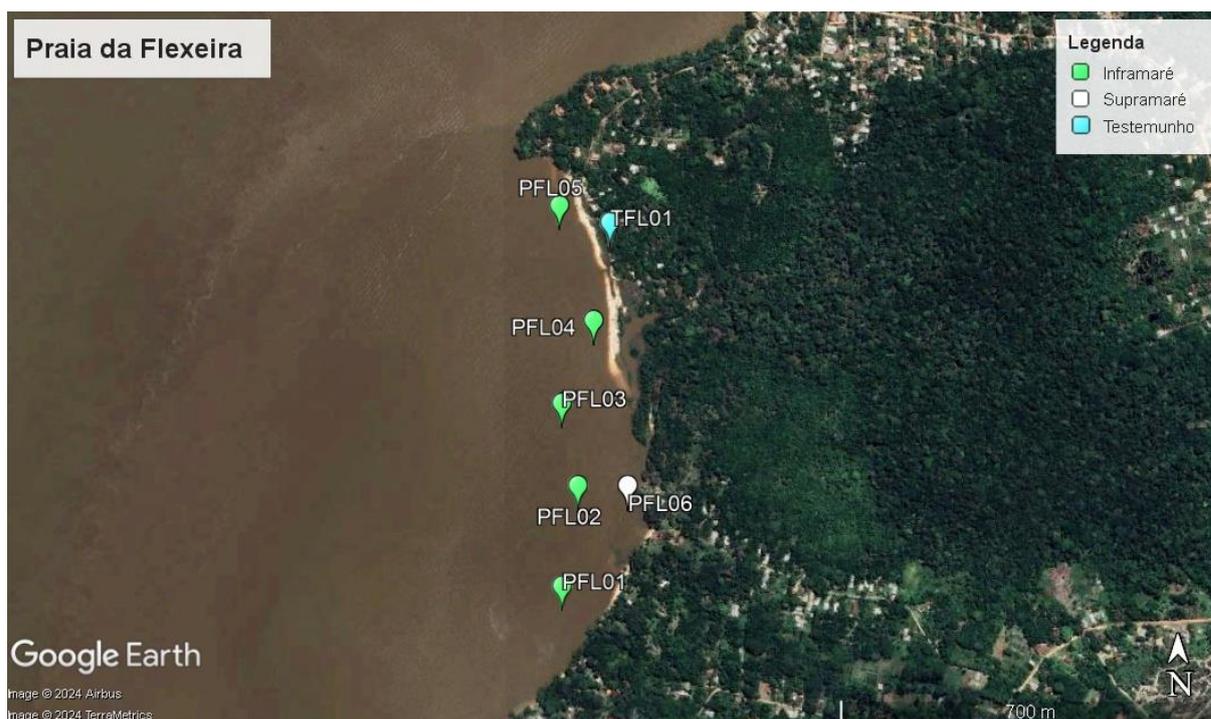


Figura 8 - Vista aérea da praia da Flexeira com os pontos de coletas de inframaré destacados em verde (superficial), coleta de supramaré no lago destacado em branco (superficial) e coleta de testemunho (TFL01) destacado em azul (supramaré).



Figura 9 - Vista aérea da praia do Farol com os pontos de coletas de inframaré destacados em verde (superficial), coleta de supramaré (superficial) (PFR06) e testemunho (TFR01) em branco (supramaré).

## 6.2 MÉTODOS

### 6.2.1 Levantamento Topográfico dos Perfis de Praia

Os perfis de praia foram realizados através do método topográfico de nível óptico, utilizando o equipamento da marca Topcon, modelo X48663. Estes perfis foram realizados em três campanhas em diferentes períodos das estações amazônicas, a fim de observar possíveis mudanças na topografia das praias, no período chuvoso, transicional e menos chuvoso. Para a coleta de dados topográficos, foi aplicado o método padrão, onde foi estabelecido um ponto fixo de visada, utilizado nas três atividades de campo, e para a definição do tipo de praia, o modelo de Sazaki (1980), obtendo o valor de declividade da face praial ( $\beta$ ).

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{\Delta h}{\Delta x} \right)$$

- $\Delta h$  - Diferença de altura;
- $\Delta x$  - Distância horizontal.

Através desse método e aplicando-se a equação foi possível confirmar o grau de declividade exato de ambas as praias, dessa forma, podendo definir os tipos de praias das áreas de estudo. Tendo em vista que os dados de ondas não estavam disponíveis, esse modelo se torna a melhor opção a ser utilizada. Além das declividades obtidas através da fórmula, foram utilizados dados de campo onde é possível verificar parâmetros que podem auxiliar na definição do tipo de praia (Tabela 1). Em todas as campanhas, foi instalado o equipamento na porção medial da praia, utilizando as coordenadas registradas, garantindo sempre a localização mais aproximada possível em todas as coletas.

Tabela 1 - Classificação morfodinâmica de praias arenosas.

PARÂMETROS	Dissipativo	Intermediário	Reflexivo
<b>Ondas</b>			
Tipo de quebra	Deslizante	Deslizante/mergulhant	Mergulhante/frontal
Nº de quebras	>3	e	1
Refletividade	Baixa	1-3	Alta
Nível relativo de energia	Alto	-	Baixo
Ângulo de incidência	Normal à costa	Médio Médio (0-10°)	Oblíquo (10-45°)
PARÂMETROS	Dissipativo	Intermediário	Reflexivo
<b>Correntes</b>			
Horizontais Costa afora	Grandes giros Correntes de retorno intensas	Pequenos giros Correntes de retorno médias	Unidirecional Fluxo rumo sotamar
<b>Morfologia</b>			
Barras	Múltiplas, paralelas	Em crescente	Sem barras
Declividade média	<2°	2-4°	>4°
Cúspides e irregularidades da linha de costa	Embaixamentos rítmicos/aperiódicos	Cúspides de surfe	Cúspides de espraiamento
Perfil praial	Plano	Transicional (berma)	Em degraus (berma)
<b>Transporte de Sedimentos</b>			
Longitudinal	Baixo	Médio	Alto
Costa-adentro/costa-afora	Alto	Médio	Baixo
Modo dominante	Suspensão	Misto	Carga de fundo
Granulometria	Fina	Média	Grossa
Atividade eólica	Alta	Média	Baixa

Fonte: Sasaki (1980).

## **6.2.2 Recuperação da Meiofauna Bentônica**

### **ETAPA I: COLETA DE AMOSTRAS SUPERFICIAIS**

Utilizando-se de forma adaptada a metodologia de Higuti & Martens (2014), os pontos de amostragem superficial foram definidos durante a primeira atividade de campo, realizada em setembro de 2023. A distribuição dos pontos foi feita de forma proporcional à extensão da praia, priorizando a região de inframaré e identificando pontos com maior potencial para recuperação de ostracodes na zona de intermaré (por exemplo, pontos com maior disponibilidade de matéria orgânica). No total, foram estabelecidos cinco pontos nessas zonas em cada praia.

Além das coletas na inframaré e intermaré, também foi realizada uma coleta na zona de supramaré de cada praia. Essa escolha considerou a presença de ambientes distintos, como um lago (PFL06) e um canal (PFR06). Esses locais apresentam características variadas, incluindo maior aporte de matéria orgânica. A inclusão da supramaré permitiu ampliar a diversidade das amostras analisadas. Dessa forma, foi possível abranger diferentes condições ambientais no estudo. Foram registradas as coordenadas de todos os pontos para repetição aproximada nas coletas posteriores.

### **ETAPA II: COLETA DE AMOSTRAS SUBSUPERFICIAIS**

A coleta de amostras subsuperficiais foi realizada por meio da extração de testemunhos sedimentares, exclusivamente durante o período chuvoso, nas zonas de supramaré. A escolha dos pontos de coleta levou em consideração a presença de ambientes distintos, como dois canais (TFL01 e TFR01), que foram selecionados devido às suas características sedimentares e a diversidade ambiental. A expectativa era de que esses pontos pudessem fornecer uma representação abrangente da série histórica dos depósitos sedimentares, cobrindo diferentes condições de deposição e preservação. Os testemunhos foram extraídos manualmente e foram posteriormente transportados para o laboratório para análise detalhada das características sedimentológicas.

### ETAPA III: PREPARAÇÃO, TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

Em laboratório, os testemunhos coletados foram descritos quanto às características sedimentológicas, como cor e presença de matéria orgânica, antes de serem divididos em intervalos de 5 cm, utilizando aproximadamente 100 g de cada subamostra. Para as amostras superficiais, foram separados 500 g de cada uma para padronização deste tipo de coleta. Em seguida, todas as amostras passaram pelo mesmo processo de preparação, utilizando métodos padrão para a recuperação de ostracodes recentes e sub-recentes, com base no trabalho de Danielopol *et al.* (2002). Esse procedimento incluiu o peneiramento a úmido (Figura 10), com quatro malhas diferentes: 32 Mesh (0,500 mm), 60 Mesh (0,250 mm), 80 Mesh (0,180 mm) e 115 Mesh (0,125 mm).

Após o peneiramento, as amostras foram armazenadas em meio úmido, utilizando álcool 70% para a conservação. As amostras foram triadas com auxílio de um estereomicroscópio Zeiss (lupa) e pincéis pelo de marta nº 00; os espécimes encontrados foram armazenados em microtubos do tipo *ependorf*, com álcool 70%.



Figura 10 - Etapas do procedimento para extração dos ostracodes e demais meiobentos associados: A - Conjunto de peneiras sobrepostas, B - Peneiramento a úmido, C - Lavagem, D - Acondicionamento do material em potes com álcool 70%, E - Triagem do material.

### ETAPA IV: ANÁLISE DE IMAGENS MICROSCÓPICAS PARA CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E COMPOSICIONAL

Para as fotografias no microscópio eletrônico de varredura (MEV), foram separados os espécimes de maior interesse, colando-os de forma organizada em “*stubs*” com fita dupla face para metalização com Au por 2’30, e adotando-se voltagem na tensão de 5 KV e distância de trabalho de 15 mm. As imagens foram feitas utilizando o MEV modelo TESCAN mira 3 tipo Feg Field Emission, do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LME) do Museu

Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Paralelamente, foi utilizado um estereomicroscópio com sistema de composição de imagens Leica M205, para fotografar organismos com partes moles.

Durante as sessões para a obtenção das imagens em MEV, também foi feita a análise qualitativa da composição química das amostras por Espectrometria de Dispersão de Energia (EDS), utilizando o detector modelo Oxford x-ACT, a fim de obter a composição química semiquantitativa em diferentes partes da carapaça dos ostracodes e meiobentos associados não identificados.

## ETAPA V: IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

A classificação taxonômica superior dos ostracodes seguiu as propostas de Sandberg (1964) e Horne *et al.* (2005), além de publicações especializadas sobre ostracodes dulcícolas disponíveis na literatura. A identificação dos demais grupos foi feita a partir da consulta a bibliografias especializadas para elementos da meiofauna bentônica, tendo como base principal Giere (2009) para classificação taxonômica superior. Para a sistemática de ostracodes foram adotadas as seguintes **abreviações morfológicas**: **VE**, valva esquerda; **VD**, valva direita.

## ETAPA VI: GRÁFICOS, ILUSTRAÇÕES E EDIÇÃO DE IMAGENS

As imagens e mapas foram editados com o auxílio dos programas Coreldraw/CorelPhotopaint versão 23, QGiz 3.32.0 e Adobe Photoshop CS3 BR. Para a confecção das tabelas e gráficos, utilizou-se o programa Microsoft Office Excel 2021 e o R, versão 4.1.2.

### 6.2.3 Análise dos Parâmetros Físico-Químicos

Durante as atividades de coleta, também foram registrados os parâmetros físico-químicos da água nos pontos mais distantes possíveis da região de inframaré, em ambas as praias estudadas. Dessa forma, foram medidos os valores de temperatura, salinidade, pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido, turbidez e sólidos dissolvidos totais em água. O equipamento utilizado é um medidor multiparâmetros da marca Horiba.

#### **6.2.4 Análise Estatística**

Após o levantamento de todos os dados bióticos, foi possível realizar comparações entre as associações faunísticas de ostracodes e demais grupos. No entanto, os resultados indicaram a presença apenas de organismos vivos e recém mortos, sem sucesso na identificação de associações mortas há mais tempo. Para a análise estatística das assembleias de ostracodes vivos e mortos, adotou-se a presença de apêndices como critério para distinguir os indivíduos vivos, enquanto sua ausência foi utilizada para identificar os indivíduos mortos.

Assim, foram avaliados parâmetros específicos, como a composição taxonômica, riqueza e abundância das associações. Os métodos estatísticos utilizados para a realização das análises foram baseados na literatura de Legendre e Legendre (2012), incluindo a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para visualizar a distribuição das amostras em um espaço multidimensional, permitindo a identificação de padrões estruturais e tendências na composição das comunidades analisadas. Todas as análises foram feitas através do programa R, versão 4.1.2 (R Core Team 2025).

#### **6.2.5 Dados Referenciais dos Pontos de Amostragem**

Após as campanhas de coleta no período chuvoso, transicional e menos chuvoso, para a região amazônica, foram obtidas um total de 55 amostras das praias do Farol e Flexeira, sendo 36 coletadas em sedimentos superficiais (zona de inframaré/intermaré) e 19 em amostras provenientes dos testemunhos (TFL01 e TFR01). As amostras de testemunho foram coletadas em pontos distintos das amostras superficiais, próximas à região de supramaré, em canais que desembocam em ambas as praias (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados de localização e condições de coleta dos pontos amostrados nas praias da Flexeira e do Farol.

PONTO	LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE	ESTAÇÃO	MARÉ	CICLO	ZONA
PFL01-B	Praia da Flexeira	1°13'55.3" S	48°33'31.4" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFL02-B	Praia da Flexeira	1°13'49.0" S	48°33'30.6" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Intermaré
PFL03-B	Praia da Flexeira	1°13'44.2" S	48°33'31.0" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFL04-B	Praia da Flexeira	1°13'39.2" S	48°33'29.6" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFL05-B	Praia da Flexeira	1°13'32.2" S	48°33'31.8" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFL06-B	Praia da Flexeira	1°13'49.0" S	48°33'27.7" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Supramaré (Lago)
TFL01	Praia da Flexeira	1°13'33.9" S	48°33'28.4" W	Mais chuvosa	Quadratura	Baixa	Supramaré (Canal)
PFR01-B	Praia do Farol	1°16'18.7" S	48°33'38.8" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFR02-B	Praia do Farol	1°16'10.0" S	48°33'41.7" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFR03-B	Praia do Farol	1°16'02.6" S	48°33'48.8" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFR04-B	Praia do Farol	1°15'53.9" S	48°33'52.3" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFR05-B	Praia do Farol	1°15'49.7" S	48°33'55.3" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Inframaré
PFR06-B	Praia do Farol	1°16'12.4" S	48°33'38.3" W	Menos chuvosa/Mais chuvosa/ Transicional	Quadratura	Baixa	Supramaré (Canal)
TFR01	Praia do Farol	1°16'12.4" S	48°33'38.3" W	Mais chuvosa	Quadratura	Baixa	Supramaré (Canal)

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 DADOS GEOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS DAS PRAIAS

As amostras superficiais da Praia do Farol são compostas predominantemente por sedimentos arenosos grossos com baixa ocorrência de sedimentos finos. Contudo, observam-se alterações quando comparadas às amostras do testemunho (Figura 11). Neste, é possível observar uma matriz que, no topo, é igualmente arenosa; contudo, na porção mediana em direção à base, possui intercalações de matriz arenosa e matriz argilosa, altamente ricas em matéria orgânica. Essa unidade pode estar associada a um antigo ambiente de manguezal, indicando uma mudança nas condições deposicionais ao longo do tempo.

A sobreposição dessa camada por sedimentos arenosos sugere um processo de progradação costeira, possivelmente impulsionado pela forte hidrodinâmica e aumento na taxa de sedimentação, influenciadas pelas correntes de maré (El-Robrini *et al.* 2006). A vegetação local não possui grande densidade, pois sua costa foi ocupada por diversos restaurantes, o que pode ter contribuído para alterações na deposição sedimentar e na estabilidade da linha de costa.

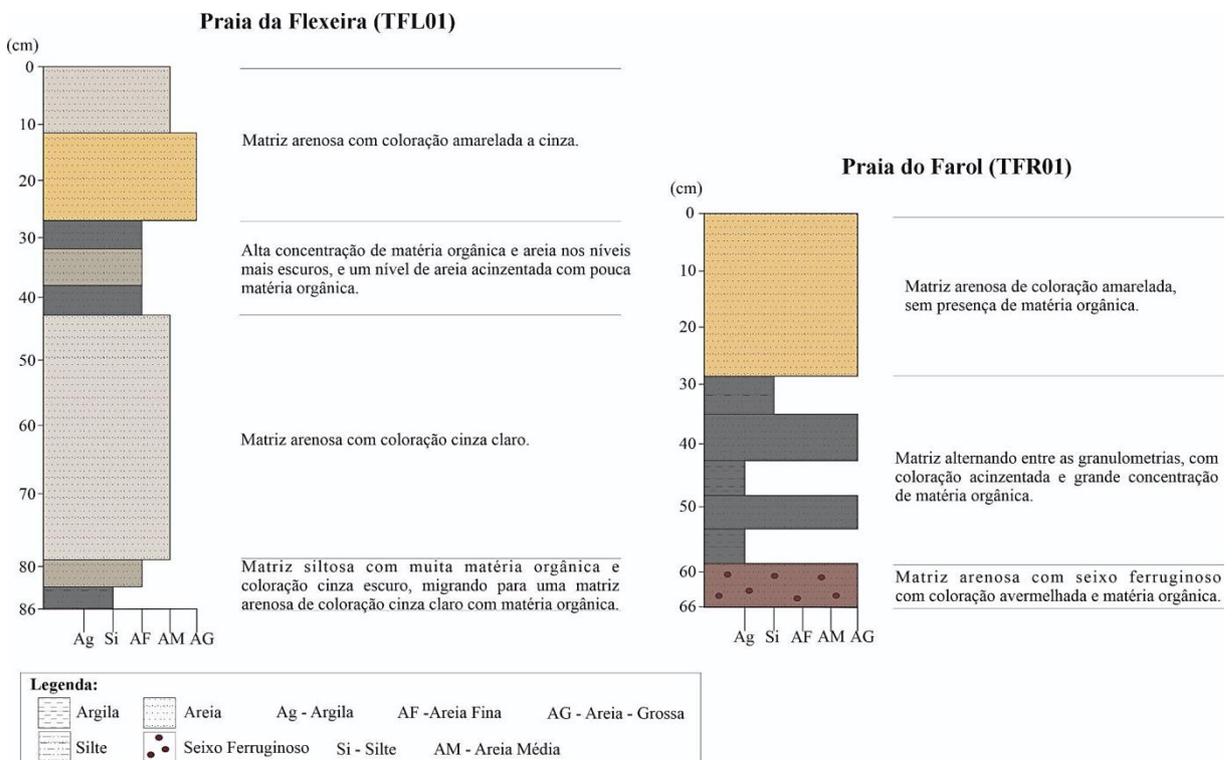


Figura 11 - Perfil litoestratigráfico da praia da Flexeira (à esquerda), elaborado a partir do testemunho de sondagem TFL01, e da praia do Farol (à direita), a partir do testemunho TFR01.

Na praia da Flexeira há a predominância de sedimentos superficiais arenosos finos a médios, e areno-argilosos com matéria orgânica, porém no testemunho não ocorrem matrizes argilosas e este apresenta baixa concentração de matéria orgânica (Figura 11). A praia apresenta vegetação de médio a grande porte, ocupando quase toda sua extensão, exceto na porção das falésias, além de vegetação típica de campos de dunas e vegetação costeira, representada pelos táxons *Arecaceae* e *Rhizophoraceae* (Figura 12).



Figura 12 - Representação da vegetação do tipo *Rhizophoraceae* encontrada na praia da Flexeira, próximo ao canal que deságua na praia.

Além dos canais onde foram coletados os testemunhos (TFL01 e TFR01), foi identificado outro ambiente na praia da Flexeira, situado na região de supramaré: um lago em constante migração (Figura 13). A análise temporal da área revelou que esse lago, na verdade, fazia parte do canal encontrado na praia, que deságua na Baía do Marajó, mas que foi progressivamente isolado devido à dinâmica de maré do ambiente (Figura 14). Essa migração foi observada em todas as campanhas, com um deslocamento estimado em aproximadamente 10 metros entre os períodos. Apesar dessas mudanças, o lago mantém uma alta concentração de vegetação e matéria orgânica (Figura 13) e abriga uma grande colônia de moluscos (Figura 20), indicando sua relevância ecológica na paisagem costeira da região.



Figura 13 - Lago encontrado na praia da Flexeira. Imagem obtida em 15 de agosto de 2024, durante o período transicional.



Figura 14- Representação evolutiva do canal e lago da praia da Flexeira.

Visando observar uma possível correlação entre os elementos da meiofauna com as características morfodinâmicas das praias do Farol e Flexeira, foi empregado o modelo proposto por Sazaki (1980) para declividade praial ( $\beta$ ). Assim como, a avaliação em campo de outros parâmetros (Tabela 1) que corroboram com os dados obtidos a partir da declividade praial (Tabela 3). Na praia do Farol, podemos observar uma alta refletividade, baixo nível de energia de ondas e uma granulometria bem grossa. Já na praia da Flexeira, temos parâmetros como baixa refletividade, alta energia de ondas e granulometria menor.

Tabela 3 - Tabela de declividade praial nas três estações de coleta na ilha de Cotijuba, nas praias do Farol e da Flexeira.

Praias/ Estação	Chuvoso	Transicional	Menos Chuvoso
Farol	5.41°	5.43°	5.45°
Flexeira	0.39°	0.51°	0.79°

A praia do Farol, em todos os períodos, apresentou graus de declividade condizentes com os de uma praia reflexiva (Tabela 3), aumentando a angulação com a diminuição das chuvas. Além disso, foi possível notar uma elevação maior na região de supramaré durante o período chuvoso, representando uma maior taxa de recarga. Contudo, durante o período menos chuvoso foi possível observar uma maior extensão da praia. Este evento pode ter ocorrido devido à alta energia na face da praia, associada à baixa recarga, que acaba por erodir a berma, transportando os sedimentos para a região de intermaré onde ocorre uma acreção de aproximadamente 10 m de extensão (Figura 15), tal qual observado em Oliveira (2008), para alguns setores da praia da Saudade na ilha de Cotijuba.

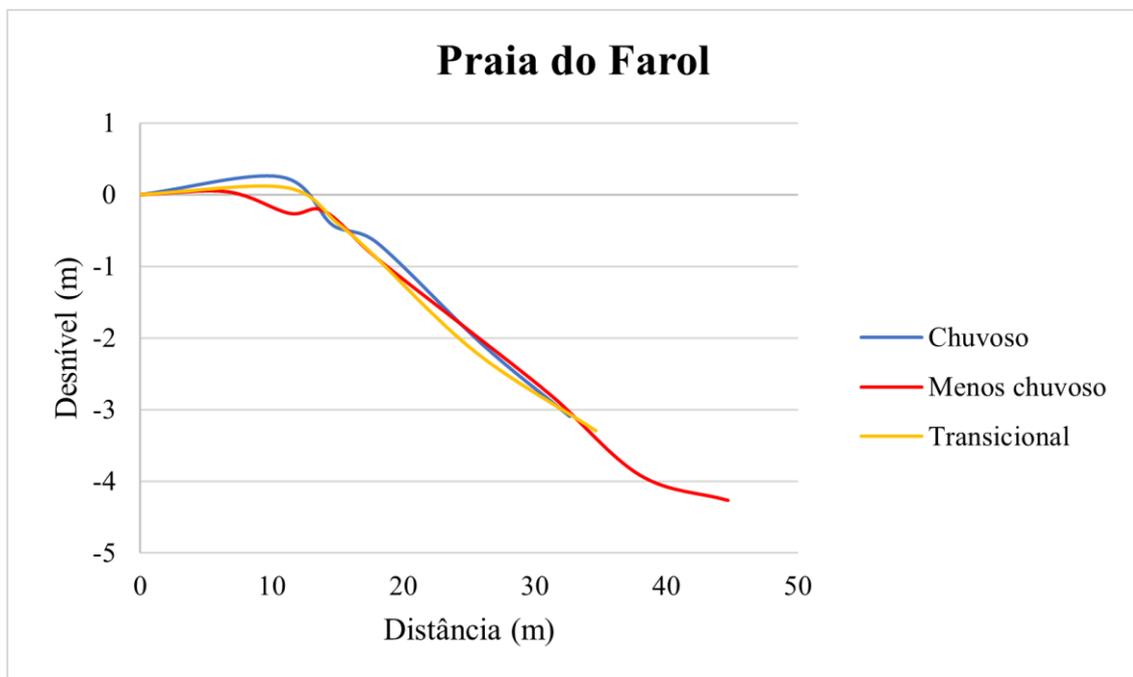


Figura 15 - Perfil topográfico da praia do Farol, mostrando a morfologia praial nos períodos chuvoso, menos chuvoso e transicional na ilha de Cotijuba.

Apesar da praia da Flexeira também ter apresentado aumento na sua declividade com a diminuição das chuvas, ela possui outro tipo de dinâmica, com maior extensão e com menor

granulometria, tratando-se de uma praia do tipo dissipativa, como podemos observar através da declividade praiar (Tabela 3). Todos os períodos se enquadram como dissipativos, contudo, percebe-se uma maior erosão no período menos chuvoso, visto que ocorre pouca recarga de sedimentos, acarretando também numa menor zona de intermaré. Além disso, também é possível notar o deslocamento e aumento na profundidade do canal que desemboca, na praia na porção dos 25 metros do perfil topográfico, mostrando uma dinâmica intensa na região (Figuras 16 e 17).

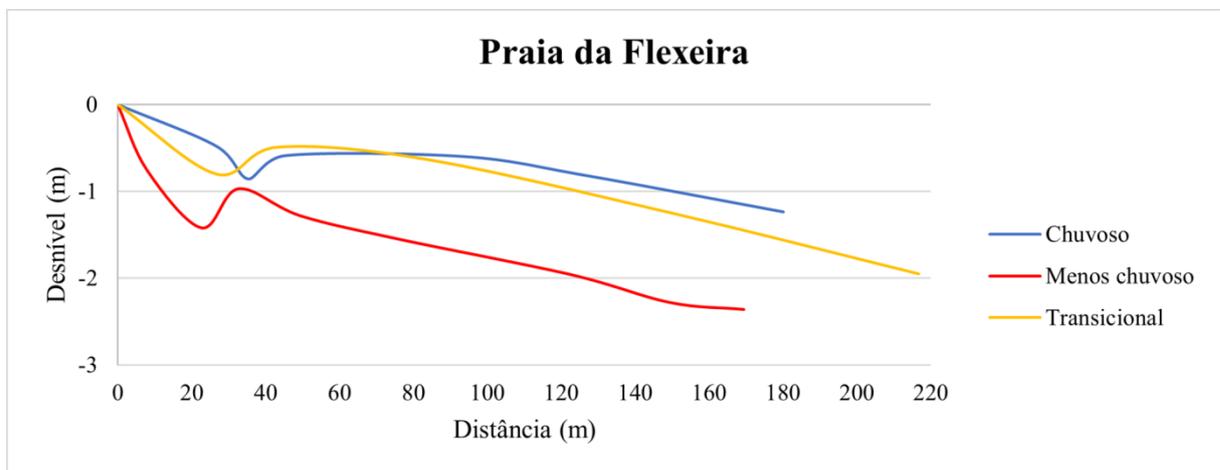


Figura 16 - Perfil topográfico da praia da Flexeira, mostrando a morfologia praiar nos períodos chuvoso, menos chuvoso e transicional na ilha de Cotijuba.



Figura 17 - Canal migratório com desembocadura na praia da Flexeira.

Os resultados obtidos para as praias da Flexeira e do Farol, reforçam a intensa dinâmica observada nas praias estuarinas da ilha de Cotijuba. Uma forte hidrodinâmica que corrobora com afirmações descritas por El-Robrini *et al.* (2018), nos setores Continental Estuarino e Insular Estuarino Paraense, e localmente por Oliveira (2008), que identificou uma acentuada influência das correntes de maré e ventos na mobilização sedimentar na região de Cotijuba, especialmente durante o período chuvoso, quando as amplitudes de maré atingiram até 2,9 m e os ventos chegaram a velocidades de 7,5 m/s, intensificando os processos erosivos e deposicionais. Esses fatores, somados à deriva litorânea predominante na direção NE, destacam a natureza dinâmica e em constante transformação das praias locais.

### 7.3 MEIOFAUNA BENTÔNICA

A comunidade da meiofauna bentônica encontrada nas praias Flexeira e Farol revelou espécies pertencentes a seis filos distintos: Annelida, Arthropoda, Branchiopoda, Cnidaria, Mollusca, Nematoda e Platyhelminthes. Esses filos são representados pelas classes Oligochaeta, Polychaeta, Insecta (Chironomidae e Trichoptera), Malacostraca (Amphipoda), Arachnida, Ostracoda, Hydrozoa, Gastropoda, Bivalvia e Rhabditophora (Figuras 19 e 20). No total, foram registrados 1.333 indivíduos, entre exemplares inteiros e fragmentos, com maior abundância dos filos Annelida, Arthropoda e Nematoda (Figura 18).

Os espécimes encontrados são  $\cong 84\%$  provenientes de amostras analisadas da praia da Flexeira. Uma das hipóteses levantadas para essa disparidade é devido à maior concentração de matéria orgânica nos sedimentos desta praia em comparação à praia do Farol, favorecendo o desenvolvimento da meiofauna. Outro fator limitante encontrado está ligado à diferença topográfica das praias, por se tratarem de tipos de praias distintos, com energias diferentes, uma vez que a alta refletividade da praia do Farol dificulta a fixação de sedimentos finos, bem como de matéria orgânica e de organismos bentônicos.

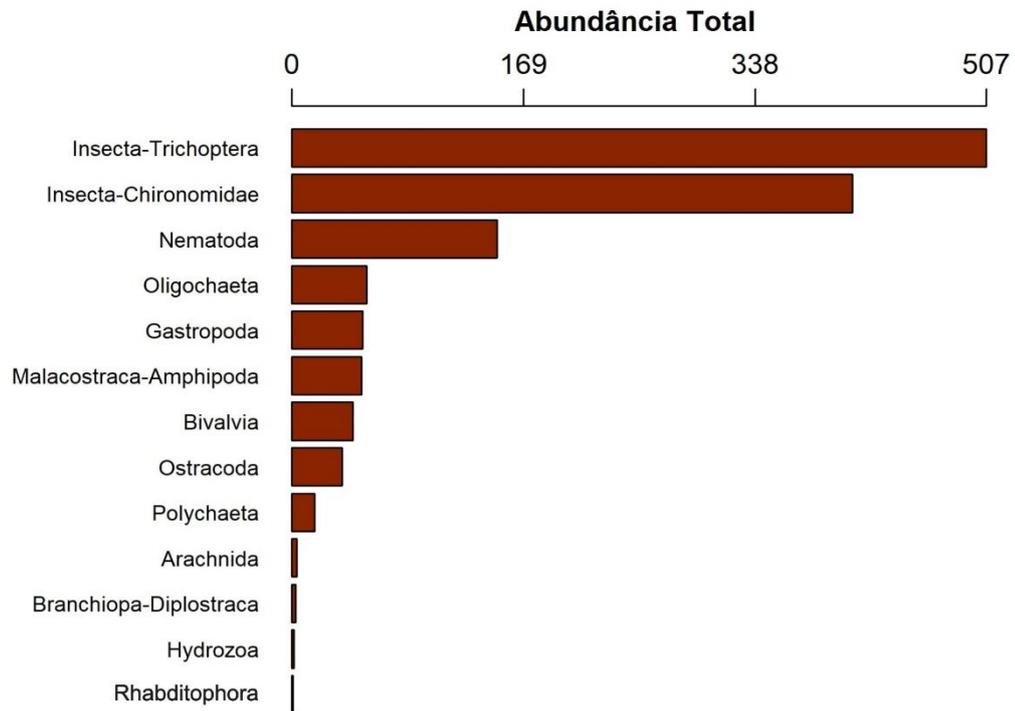


Figura 18- Abundância total dos grupos da meiofauna bentônica encontrados nas praias do Farol e Flexeira, nos três períodos de coleta.

Em outros estudos na ilha de Cotijuba, como o desenvolvido por Santos *et al.* (2023), na praia do Farol e na praia do Amor, houve o registro de 13 grupos da meiofauna, onde os táxons mais abundantes foram os Copépodes (34% - 24% respectivamente), seguidos dos Nematodas (20% - 23% respectivamente). No trabalho mencionado, observou-se a abundância dos Nematodas em ambientes lamosos, já os Copepodas, em sedimentos mais arenosos. Essa ocorrência justifica-se devido à maior concentração de oxigênio em sedimentos mais grossos, proporcionando condições ideais para os Copepoda (McLachlan & Brown 2006, Armenteros *et al.* 2008).

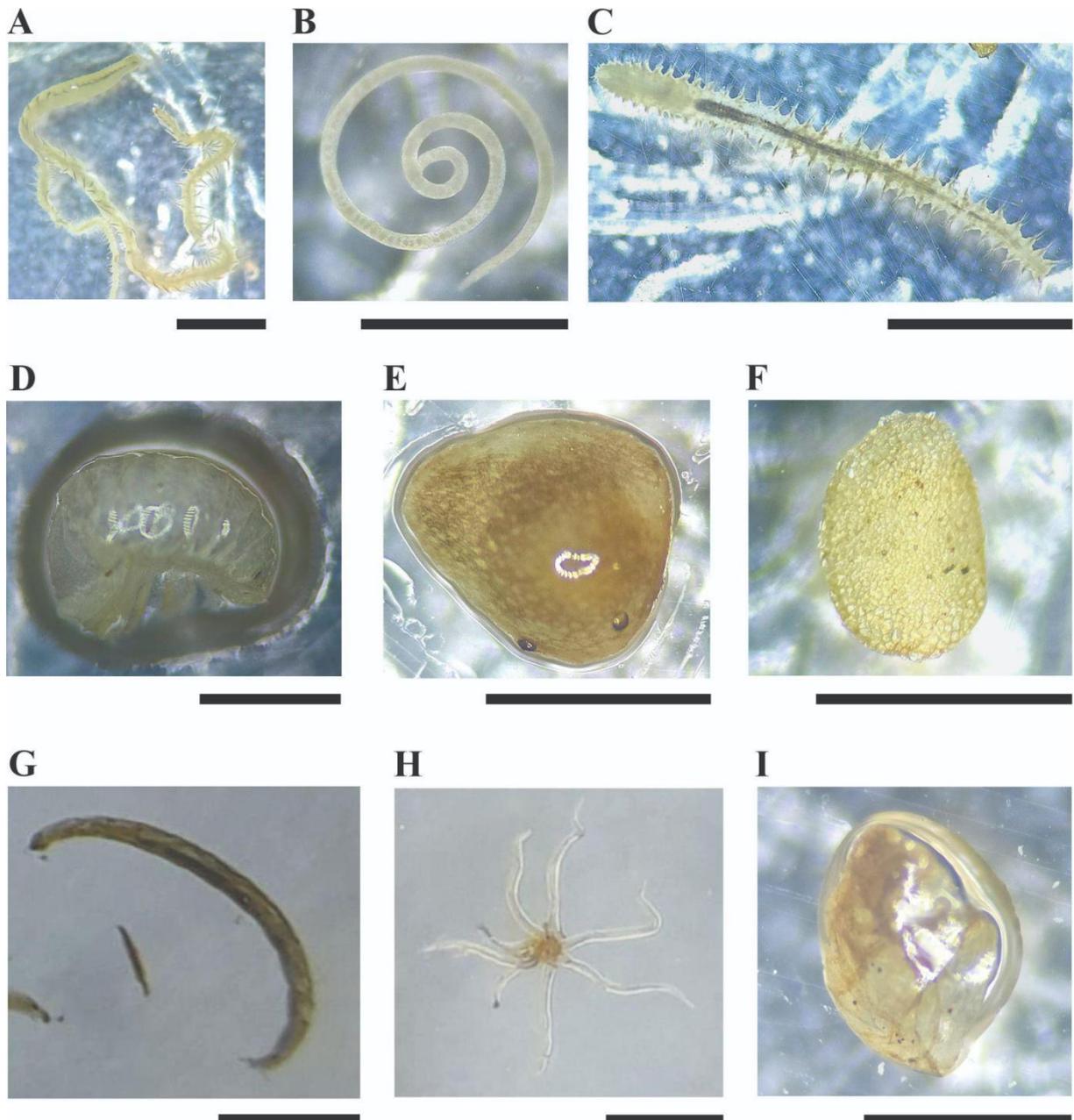


Figura 19 - Alguns grupos encontrados da meiofauna na ilha de Cotijuba, Belém-PA. A. Oligochaeta; B. Nematoda; C. Polychaeta; D. Amphipoda; E. Rhabditophora; F. Casulos pupais de Trichoptera; G. Larvas de Chironomidae; H. Hydrozoa; I. Gastropoda. Escala 0,5 mm.

Apesar desses levantamentos anteriores, no presente trabalho os resultados mostraram-se um pouco diferentes, com maior registro de casulos pupais de insetos com fase imatura aquática. Esses artrópodes fazem parte da ordem Trichoptera (Figuras 19-F e 20-D a F), provavelmente pertencentes à família Hydroptilidae, sendo estes mais abundantes na praia da Flexeira (Figuras 28 e 29). Os insetos tricópteros surgiram no Jurássico inferior (~251,9 Ma) e formam atualmente o segundo maior grupo monofilético de animais presentes em água doce,

sendo encontrados nos mais variados ambientes de todos os continentes. Possuem uma grande variabilidade de habitações em sistemas lênticos e lóticos, a poças temporárias, além de substratos com vegetação e rochas (Malm *et al.* 2013).

Muitas espécies de Trichoptera apresentam sensibilidade à poluição, podendo ser aplicadas para avaliar e monitorar sistemas aquáticos (Holzenthal *et al.* 2007). Uma vez que sua abundância será menor em ambientes de baixa integridade ambiental, podendo desaparecer completamente em ambientes impactados, além de possuir espécies específicas para ambientes preservados e alterados (Pereira *et al.* 2012). Dessa forma, avanços no estudo deste grupo pode trazer importantes *insights* a respeito da condição ambiental da ilha de Cotijuba.

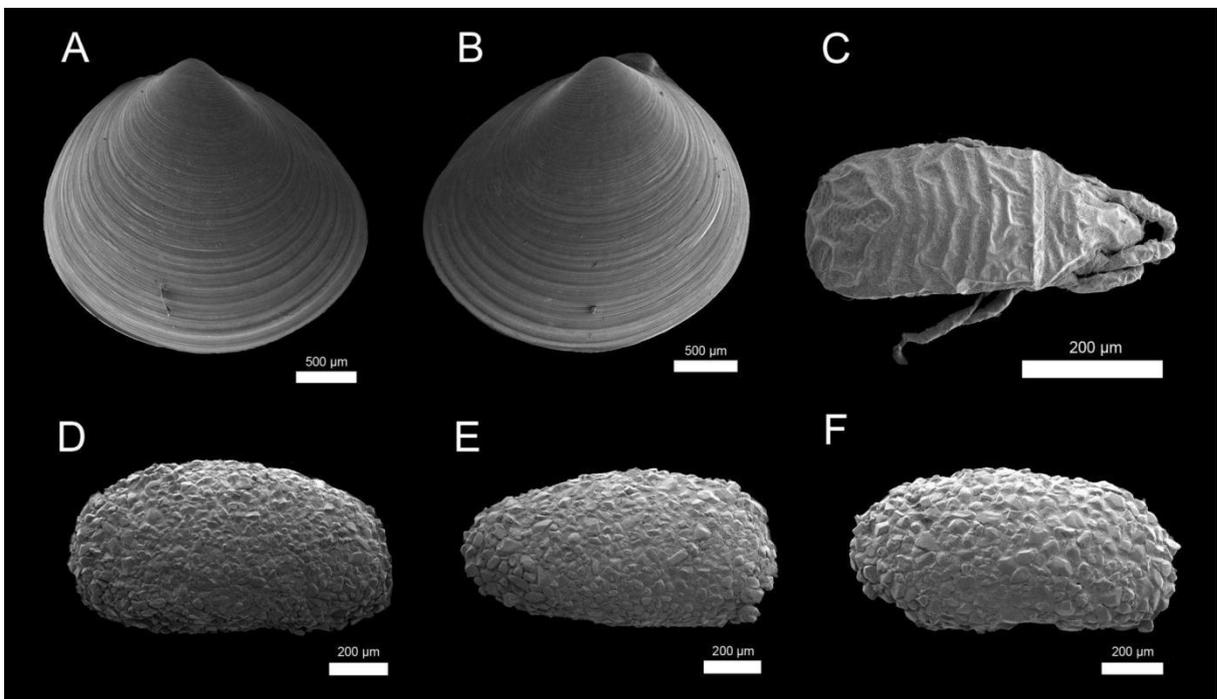


Figura 20 - Imagem de MEV de alguns elementos da meiofauna bentônica encontrados nas praias da Flexeira e Farol: A–B: Classe Bivalvia; C: Classe Arachnida; D–F: Classe Insecta, Casulos de Hydroptilidae (Trichoptera).

Outro elemento bastante abundante nas amostras são as larvas dos insetos aquáticos da família Chironomidae (Figura 19-G). São comumente encontrados em quase todos os ambientes de água doce, presentes em sistemas lóticos, lênticos, fontes termais, lagos vulcânicos, águas doces de degelo, águas salobras, acúmulos de água em folhas e madeiras, solo úmido e zona de intermaré (Pinder 1995). Em ambientes lóticos, as larvas de quironomídeos podem ser encontradas em praticamente todos os tipos de substratos, além de

também serem sensíveis à poluição no ambiente, necessitando de condições específicas para sua sobrevivência e não tolerando grandes mudanças ambientais (Sonoda *et al.* 2018).

Nematoda foi outro grupo que se destacou nas amostras, contudo, estudos no Brasil com esse grupo são pouco difundidos em regiões de água doce, principalmente na região amazônica, possuindo poucas pesquisas focadas em taxonomia e descrição de espécies. Ainda assim, trabalhos pioneiros como o de Baia (2019) e o de Santos (2020), na ilha de Cotijuba, demonstraram menor abundância desses organismos em períodos com águas mais salobras e domínio nos ambientes mais lamosos da ilha.

Apesar das amostras terem mostrado um amplo espectro de grupos, no geral, a recuperação dos meiobentos se mostrou baixa neste trabalho, o que difere do padrão observado em outros estuários tropicais, porém com maior variação de salinidade (Ansari & Parulekar 1993, Dupuy *et al.* 2015, Baia & Venekey 2019). Embora seja esperado que ambientes de água doce apresentem menor densidade que os ambientes marinhos (Coull 1988), os números encontrados aqui foram muito baixos, mesmo comparados a outros ambientes lóticos (Palmer 1990, Beier & Traunspurger 2003, Radwell & Brown 2008).

Os estudos de Baia (2019) e Baia *et al.* (2021), na praia do Vai-Quem-Quer, e de Santos (2020) e Santos *et al.* (2023), nas praias da Saudade e do Farol, em Cotijuba, também registraram baixa densidade, corroborando os dados deste trabalho. Os autores associaram esses resultados a condições ambientais específicas e limitantes, como a hidrodinâmica e fatores físico-químicos da região. Assim, a realização de coletas regulares, preferencialmente mensais, nos próximos anos é essencial para monitorar possíveis mudanças e confirmar os padrões observados.

Além dos meiobentos encontrados, foi observada a presença de organismos macrobentônicos, moluscos das classes gastropoda e bivalvia. Os gastrópodes possuem uma grande colônia (Figura 21), encontrados em abundância no lago (Figura 13) e *ripples* (Figura 22) da praia da Flexeira, ocorrendo em maior proporção durante o período transicional. A análise quantitativa da malacofauna macro não foi realizada, sendo necessário desenvolver um trabalho específico para este grupo. Contudo, algumas amostras foram coletadas a fim de fazer o registro do grupo.

Os gastrópodes observados são em sua maioria representados pela espécie *Vitta zebra* (Bruguière 1792) (Figura 21), a qual passou por revisão taxonômica por Eichhorst (2016). Essa

espécie normalmente habita ambientes estuarinos de intermaré, com preferência por substratos consolidados, ocorrendo no Brasil, desde o estado do Rio de Janeiro, até a costa do estado do Pará (Barroso & Matthews-Cascon 2009). A espécie teve seu primeiro estudo voltado para a região Amazônica realizado por Borges (2010) na ilha de Mosqueiro, em afloramentos rochosos.



Figura 21 - A - Colônia de *Vitta zebra* encontrada no lago da Flexeira; B e C - Exemplos de *V. zebra*. Espécimes com aproximadamente um centímetro de diâmetro.



Figura 22 - Ponto PFL02, na praia da Flexeira, onde foram encontrados alguns espécimes de ostracodes e moluscos.

Cunha (2012) observou em seu estudo realizado em três localidades do litoral paraense, a ocorrência da espécie, sendo atribuída para os exemplares juvenis preferências pela estação mais chuvosa e ocupação de zonas mais rochosas. Já os espécimes adultos preferem a zona de intermaré, chamada pelo autor de zona média, além de não mostrarem preferência por estações específicas. Além disso, o autor incentiva novos estudos de monitoramento com *V. zebra*, uma vez que se trata de uma espécie bioindicadora muito abundante na região, como reflexo da qualidade do ambiente.

Quanto aos bivalves, são dominados pela espécie *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Figura 20-A e B), um molusco exótico originário do sudeste da Ásia, introduzido na América do Sul provavelmente na década de 90 (Beasley *et al.* 2003). Essa espécie se destaca pelo alto potencial reprodutivo e pela grande capacidade de adaptação a novos ambientes (Darrigran 1997a, b). O primeiro registro em bacias brasileiras foi feito por Beasley *et al.* (2003) nos rios Amazonas, Pará e Tocantins, sendo sua introdução no continente sul-americano possivelmente associada ao transporte em navios mercantes vindos da Ásia (Ituarte 1981; Darrigran & Pastorino 1995). O monitoramento dessa espécie é essencial, pois pode representar uma ameaça às espécies nativas (Beasley *et al.* 2003) e já apresenta uma presença significativa na ilha de Cotijuba.

#### 7.4 ANÁLISE DA ESPECTROSCOPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)

A identificação dos casulos de pupa de Trichoptera, da Família Hydroptilidae, gerou muitas dúvidas ao serem observados no estereomicroscópio, devido à sua semelhança com carapaças e valvas de ostracodes e outros artrópodes. Com isso, foi necessário consultar especialistas de outras áreas e realizar inúmeras imagens em MEV, obtendo-se fotomicrografias de maior resolução. Essas imagens permitiram confirmar a ausência de estruturas típicas de outros grupos, evitando erros de classificação.

Após confirmar que o grupo identificado era distinto dos previamente previstos, foi necessário aprofundar as pesquisas sobre esses elementos, uma vez que sua ocorrência não é comumente relatada em publicações sobre a meiofauna bentônica de ambientes dulcícolas na Amazônia. Para obter mais informações sobre o grupo, foi realizada uma análise da semiquantitativa da composição química dos casulos, que possuem uma estrutura aglutinante semelhante à de alguns foraminíferos do antigo reino Protista (Chromista).

Após a realização das análises de EDS nos espécimes coletados nas praias da Flexeira e Farol, foi possível confirmar a composição das pupas e realizar a classificação taxonômica do grupo de forma mais precisa. A interpretação dos gráficos gerados pelos espectrômetros (Figura 23) revela um pico significativo de Silício (Si), que se mostra o elemento predominante nas amostras, seguido por Oxigênio (O) e Carbono (C), com Alumínio (Al) e Ferro (Fe) presentes em menores proporções. Considerando que esses organismos formam seus casulos por meio da aglutinação dos elementos disponíveis no ambiente, os dados obtidos refletem justamente os elementos presentes nesse meio.

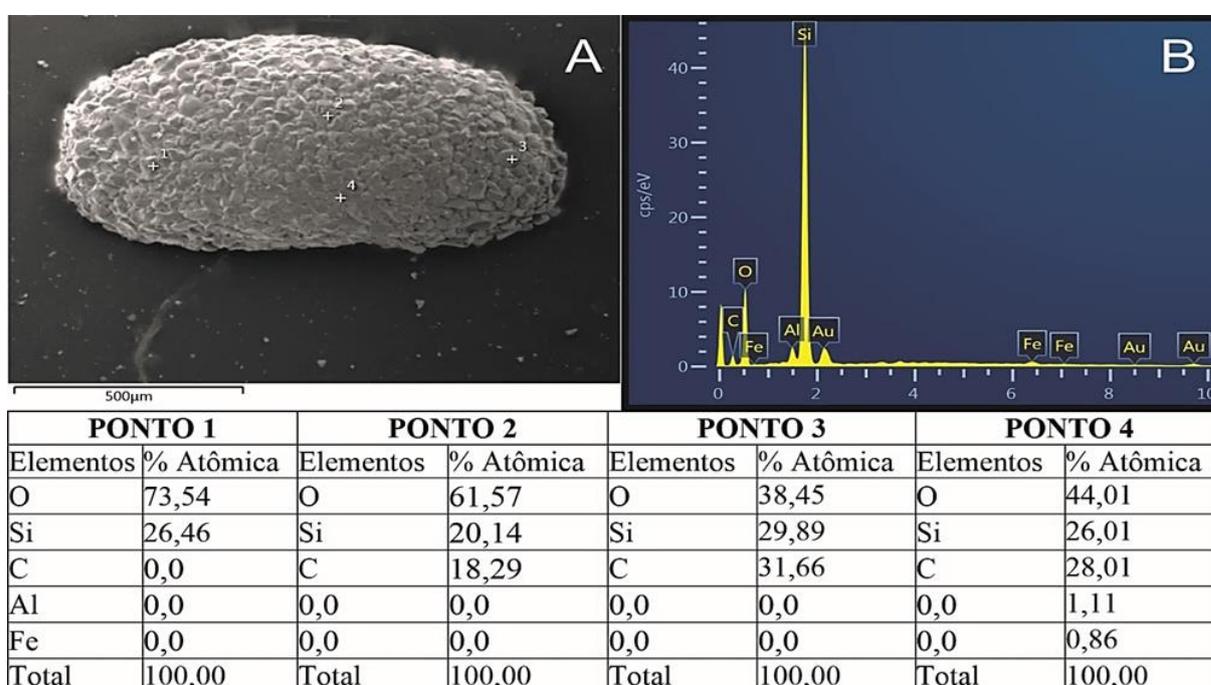


Figura 23 - Análise de EDS realizada em casulo de Trichoptera. A: Fotomicrografia e pontos analisados. B: espectro com os picos de elementos químicos presentes no ponto 4.

## 7.5 OSTRACOFAUNA

O estudo das 55 amostras coletadas a partir de testemunhos e amostras superficiais de inframaré, intermaré e supramaré na ilha de Cotijuba revelou baixa abundância de ostracodes. Foram identificados 37 espécimes no total, sendo quatro provenientes da praia do Farol e 33 da praia da Flexeira. Todos os espécimes encontrados são provenientes do gênero eurihalino *Cyprideis* (Coimbra *et al.* 2007), pertencentes à uma nova espécie, descrita neste trabalho como *Cyprideis cotijubensis* sp. nov., demonstrando a dominância deste gênero e sua resiliência a possíveis mudanças no ambiente que se insere.

A ocorrência de ostracodes na praia do Farol teve um comportamento que difere da praia da Flexeira, embora nesta apresente menor abundância, houve o registro de três exemplares durante o período chuvoso, nenhum durante o menos chuvoso e somente um no transicional. O espécime encontrado na praia do Farol, durante o período transicional, mostrou-se extremamente frágil, apresentando uma carapaça pouco espessa, com muito baixa calcificação, estrutura maleável e extremamente delicada, chegando a ser translúcida (Figura 24).

Linhares *et al.* (2024) estudaram exemplares de ostracodes com as mesmas características, sendo essa situação associada às alterações nas condições químicas da água. Conforme a análise química semiquantitativa realizada pelos autores, altas taxas do elemento Carbono (C) foram registradas a partir de uma película orgânica ao longo das carapaças analisadas. Por outro lado, estas apresentaram baixas concentrações de íons Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). A baixa disponibilidade desses íons no ambiente indica que as carapaças foram formadas a partir de condições anômalas à sua composição original, diferindo de espécimes provenientes de ambientes com condições normais, onde as análises minerais revelam concentrações mais elevadas de Ca (Rumney *et al.* 2022).

Esse comportamento, associado à abundância de gastrópodes e bivalves que apresentam sua carapaça bem calcificada, pode levantar questionamentos quanto à disponibilidade  $\text{Ca}^{2+}$  no ambiente, uma vez que as grandes colônias de moluscos poderiam indicar uma alta concentração desses íons disponíveis para sua formação. No entanto, levando em consideração os ostracodes, observa-se uma baixa disponibilidade dos íons, por conta de exemplares praticamente sem calcificação ou pouco calcificados.

Essa divergência entre os grupos ocorre devido a diferentes processos de crescimento, uma vez que os ostracodes passam pelo processo de ecdise, onde ocorrem oito estágios ontogenéticos juvenis, trocando suas carapaças até chegar à sua fase adulta (Bergue & Coimbra 2011), tornando o processo da sua calcificação mais complexo, uma vez que sempre reinicia a construção de sua carapaça a cada troca de estágio ontogenético (muda). Já os moluscos, vão acrescentando suas conchas por meio da secreção de proteínas e minerais, acumulando novas camadas em sua superfície (Rudraraju *et al.* 2019), não sendo afetados da mesma forma que os ostracodes diante da condição de baixa concentração de  $\text{Ca}^{2+}$ .



Figura 24 - Carapaça de ostracode pouco calcificada, encontrada na praia do Farol. Imagem com edição para melhor visualização.

Os espécimes encontrados na praia da Flexeira, em sua maioria, apresentaram suas carapaças de moderada a bem calcificadas, mas ainda apresentando exemplares com baixa calcificação. No entanto, foram registrados apenas nos pontos PFL01, durante o período menos chuvoso, e PFL02, durante o período transicional, em um acúmulo de água localizado em *ripples* na zona de intermaré (Figura 22), durante a maré baixa. Possivelmente trata-se de uma espécie não nadadora, comumente associada a ambientes imprevisíveis, como é o caso do ponto PFL02. Provavelmente realiza reprodução sexuada, uma vez que ostracodes com esse tipo de reprodução normalmente podem ser encontrados em ambientes semelhantes a este e dependem de condições específicas do substrato (Külköylüoğlu *et al.* 2019).

Estudos como o de Akdemir *et al.* (2016) demonstram que ostracodes não nadadores são mais frequentes em habitats de fluxo constante (lóticos), como a exemplo da ilha de Cotijuba, enquanto os nadadores preferem águas mais calmas (lênticas). Além disso, Akdemir & Külköylüoğlu (2014) mostraram que ostracodes podem indicar variações sazonais e condições de qualidade da água em diferentes tipos de habitats. Por exemplo, espécies com cerdas natatórias (nadadoras) apresentam maior tolerância a mudanças de pH e condutividade, enquanto as não nadadoras tendem a habitar ambientes rasos e imprevisíveis.

No presente estudo a maior parte dos ostracodes foi encontrada durante os períodos menos chuvoso e transicional, marcados pelos menores valores de pH das campanhas (Tabelas 4 e 5), enquanto que estes foram ausentes em condições de pH mais elevado como a exemplo do período chuvoso, na praia da Flexeira. Além desse fator, a diversidade das espécies de ostracodes, bem como a formação das carapaças, têm relação com maiores valores de

condutividade elétrica, saturação de carbonato, concentrações mais elevadas de íons de cálcio e carbonatos dissolvidos, essenciais para os processos de mineralização (Neale & Delorme 1985, Forester 1987, Deckker & Forester 1988).

Na praia do Farol, como mencionado anteriormente, a abundância de ostracodes foi menor, uma vez que essa praia é caracterizada por alta refletividade em todos os períodos, apresentando predominância de sedimentos grosseiros, o que dificulta a permanência dos espécimes. Os parâmetros abióticos analisados não parecem ter influência direta sobre sua ocorrência nesta praia, provavelmente, sua baixa abundância se deu devido ao tipo de praia encontrado, com registro de alguns poucos espécimes em horizontes com matéria orgânica.

Em outro contexto, as amostras de testemunhos não obtiveram sucesso metodológico, uma vez que não foi encontrado nenhum exemplar de ostracode, nem mesmo de outros organismos. Essa condição pode estar relacionada com o fato de as coletas terem sido realizadas próxima às zonas de supamaré, em ambientes muito ativos, que são fortemente influenciados pela ação dos ventos.

Os fatores hidrodinâmicos parecem exercer maior influência na dispersão e abundância dos ostracodes, uma vez que a alta dinâmica do ambiente dificulta a preservação dos espécimes. As condições tafonômicas predominantes nas praias, como a abrasão provocada pelos sedimentos, resultam no desgaste dos cristalitos calcíticos das lamelas das carapaças (Bennett *et al.* 2011). Além disso, a desarticulação dos espécimes pode ocorrer devido à biodegradação e decomposição dos ligamentos conectivos, intensificada pelo transporte dos organismos antes ou após a ecdise (Danielopol *et al.* 1986, Whatley 1988). Processos hidráulicos, como os impactos físicos entre os sedimentos em suspensão e os ostracodes, também contribuem significativamente para sua deterioração (Santos 2019). Esses fatores combinados explicam a dificuldade de encontrar uma alta abundância de exemplares na região, refletindo uma dinâmica intensa sobre as populações de ostracodes. No entanto, não são descartados fatores bióticos como predação e competição entre grupos (Külköylüoğlu *et al.* 2019).

Dessa forma, a ausência de outros gêneros, associada ao domínio do gênero eurihalino *Cyprideis* na ilha de Cotijuba, comumente encontrado em estuários (Coimbra *et al.* 2007), mesmo que em baixa ocorrência, mostra um ambiente pouco receptivo para o desenvolvimento de espécies de outros gêneros. Visto que *Cyprideis*, é amplamente reconhecido por tolerar variações ambientais, sendo comumente encontrados no registro fóssil da Amazônia em

ambientes com flutuações de salinidade e com registro de influência marinha em depósitos continentais (Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Linhares & Ramos 2022, Leandro *et al.* 2022).

Contudo, a região amazônica não possui estudos com espécies recentes do gênero em ambientes de água doce ou estuários fluviais, sendo apresentado neste trabalho o seu primeiro registro. Além disso, foi identificada uma nova espécie para o gênero. Assim, *Cyprideis cotijubensis* sp. nov. (Figura 25) será o primeiro bioindicador a ser utilizado como referência para futuros monitoramentos ambientais a partir da ostracofauna recente, presente em ambientes fluviais da Amazônia.

### 7.5.1 Sistemática de Ostracoda

Filo CRUSTACEA Pennant, 1777

Classe OSTRACODA Latreille, 1806

Subclasse PODOCOPA Muller, 1894

Ordem PODOCOPIDA Sars, 1866

Subordem PODOCOPINA Sars, 1866

Superfamília CYTHEROIDEA Baird, 1850

Família CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Subfamília CYTHERIDEINAE Sars, 1925

Gênero *Cyprideis* Jones, 1857

*Cyprideis cotijubensis* sp. nov.

Figura 25; Imagens A–I.

**Material tipo.** Holótipo: Figura 25; Imagem B: fêmea, VD, comprimento 0,92 mm; altura 0,48 mm.

Parátipos: Figura 25; Imagem A: fêmea, VE, comprimento 0,89 mm; altura 0,46 mm. Figura 25; Imagem C: macho, VD, comprimento 1,02 mm; altura 0,51 mm. Figura 25; Imagem D: fêmea, VE, comprimento 1,02 mm; altura 0,50 mm. Figura 25; Imagem E: fêmea, VD,

comprimento 0,95 mm; altura 0,47 mm. Figura 25; Imagem F: fêmea, VE, comprimento 0,99 mm; altura 0,48 mm. Figura 25; Imagem G: fêmea, VD, comprimento 0,91 mm; altura 0,46 mm. Figura 25; Imagem H: macho, VD, comprimento 0,98 mm; altura 0,47 mm. Figura 25; Imagem I: macho, VE, comprimento 1,01 mm; altura 0,50 mm.

**Material estudado:** 37 exemplares.

**Distribuição:** Amostras superficiais das praias da Flexeira e do Farol, na ilha de Cotijuba, Belém-PA.

**Etimologia:** Referente à ilha de Cotijuba, onde foram encontrados os espécimes.

**Diagnose:** Valvas adultas de tamanho grande, com formato subretangular, superfície fortemente pontuada. Porção ventral extremamente reta em ambas as valvas.

**Descrição:** Tamanho grande. Carapaça pouco espessa. Subretangular em vista lateral. VE e VD de mesmo tamanho, ambas com leve paralelismo. Altura máxima quase medialmente; na fêmea a maior altura fica no meio do comprimento da carapaça. Margem dorsal levemente arqueada. Margem ventral muito reta na fêmea e no macho, com curvatura oral bem definida na vista interna, principalmente na VD e VE da fêmea. Margem anterior bem arredondada, apresentando de dois a quatro espinhos, um alongado e os demais curtos. Margem posterior quase reta, com flange pequena e um espinho alongado. Superfície com ornamentação fortemente pontuada ao longo da carapaça. Sulco vertical profundo que surge bifurcado e se estende até a porção medial da carapaça. Vista dorsal elíptica. Vista interna: charneira entomodonte; lamela interna em contorno regular, larga anteriormente, estreita ventralmente e posteriormente; cicatrizes musculares centrais fortemente marcadas, típicas do gênero. Dimorfismo sexual discreto, machos e fêmeas possuem tamanhos parecidos, no entanto, os machos possuem margem dorsal menos arqueada, enquanto as fêmeas são mais infladas em vistas lateral e dorsal, os machos possuem processo caudal mais evidente.

**Discussão:** *Cyprideis cotijubensis* sp. nov. se assemelha com *Cyprideis torosa* (Jones 1850) quanto à sua ornamentação fortemente pontuada, no entanto, se difere por possuir um sulco mais marcado que se estende até a porção mediana da carapaça, presença de espinhos na região anterior e um espinho na região posterior, além disso, possui menor arqueamento na região dorsal, sendo menos inflada que *C. torosa*.

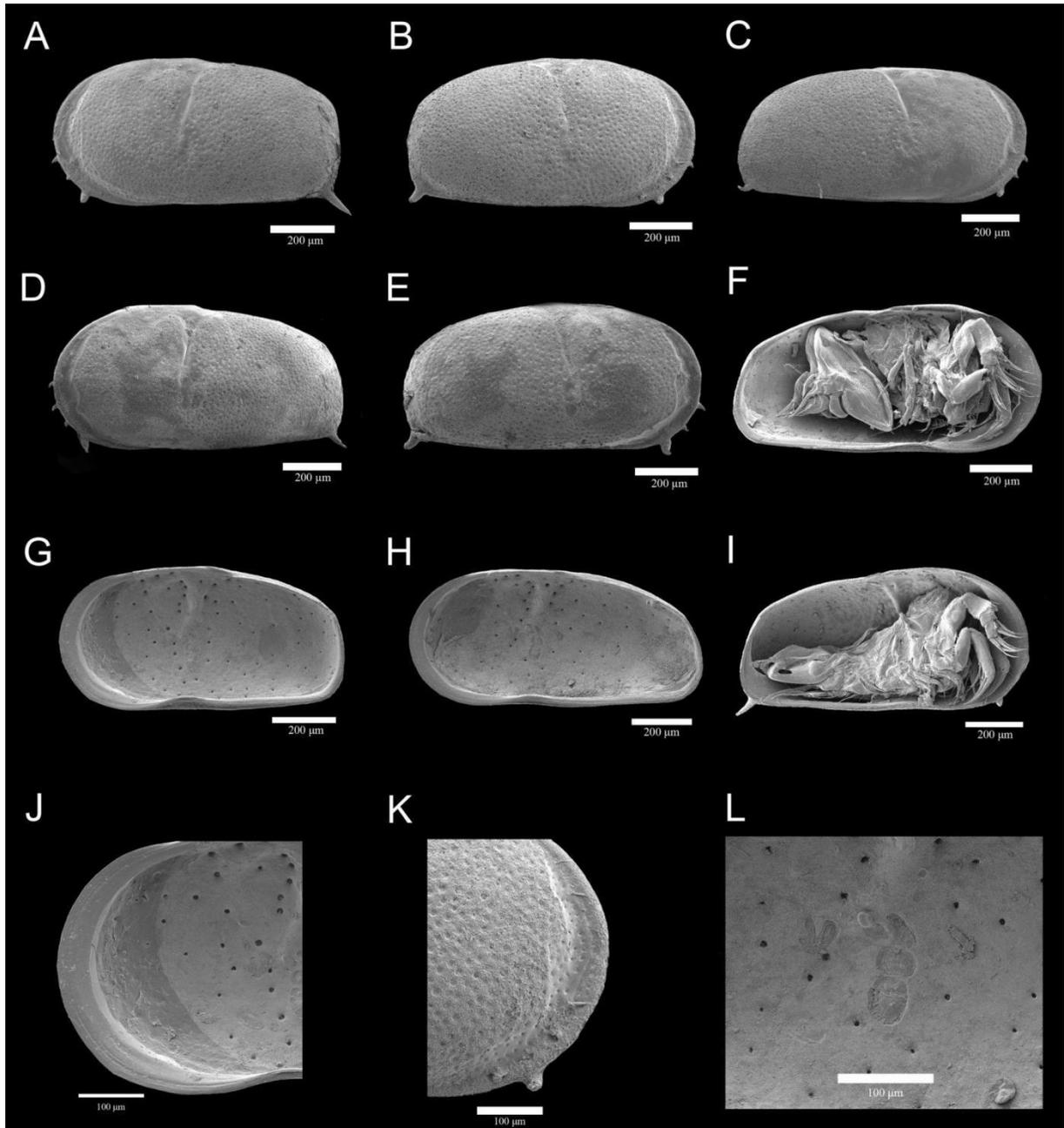


Figura 25 - Exemplos de *Cyprideis cotijubensis* sp. nov.: A. VE fêmea; B. VD fêmea; C. VD macho; D. VE fêmea; E. VE fêmea; F. Vista interna da VE fêmea; G. Vista interna da VD fêmea; H. Vista interna da VD macho; I. Vista interna da VE macho; J. Detalhe interno da margem anterior; K. Detalhe externo da margem anterior; L. Detalhe da impressão muscular.

## 7.6 FATORES ABIÓTICOS E SUA INFLUÊNCIA NA OSTRACOFAUNA

Durante as atividades de campo, os dados abióticos foram coletados nas zonas de inframaré, lago e canal, a fim de se observar os efeitos desses parâmetros na distribuição dos ostracodes e meiofauna bentônica associada. Foram aferidos os valores de temperatura,

salinidade, pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido, turbidez e total de sólidos dissolvidos em água (Tabelas 4 e 5). Dessa forma, foi possível comparar e analisar entre as três coletas as medidas dos fatores abióticos e suas concentrações nas diferentes estações amazônicas.

O papel desempenhado pelos elementos bióticos e abióticos na estruturação das comunidades da meiofauna bentônica em ambientes lóticos é de extrema importância, tendo destaque para a predação, competição, reprodução, oferta de alimentos, até mesmo a temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade e hidrodinâmica do ambiente (Lage & Coutinho 2012). Na ilha de Cotijuba, esses elementos podem estar interferindo na distribuição dos grupos encontrados nas praias do Farol e Flexeira.

Tabela 4 - Média dos parâmetros ambientais medidos na praia do Farol (zona de inframaré) nos três períodos de estudo. TEMP. = temperatura, pH = potencial hidrogeniônico, Eh = potencial redox, CE = condutividade elétrica, OD = oxigênio dissolvido, TDS = sólidos dissolvidos totais, SAL = salinidade.

Praia do Farol											
Estação	Data	Período	Temp. (C°)	pH	Eh (yM)	CE (mS/cm)	Turbidez (NTU)	OD (Mg/L)	%OD	TDS	SAL (%)
Menos chuvoso	08/09/23	Matutino	30.97	7.59	310	0.701	39.7	9.05	122.1	0.449	0.03
Chuvoso	29/03/24	Matutino	29.36	7.41	256.4	0.0014	210.8	18.26	240.08	0.0006	0
Transicional	15/08/24	Matutino	29.17	7.34	328	0.0532	410.6	25.902	341.08	0.0224	0

Tabela 5 - Média dos parâmetros ambientais medidos na praia da Flexeira (zona de inframaré) nos três períodos de estudo. TEMP. = temperatura, pH = potencial hidrogeniônico, Eh = potencial redox, CE = condutividade elétrica, OD = oxigênio dissolvido, TDS = sólidos dissolvidos totais, SAL = salinidade.

Praia da Flexeira											
Estação	Data	Período	Temp. (C°)	pH	Eh (yM)	CE (mS/cm)	Turbidez (NTU)	OD (Mg/L)	%OD	TDS	SAL (%)
Menos chuvoso	07/09/23	Matutino	32.55	7.34	291	0.657	89.8	8.83	121.8	0.396	0.03
Chuvoso	30/03/24	Matutino	28.07	7.74	253	0.001	148	20.45	262.06	0.001	0
Transicional	15/08/24	Vespertino	30.71	6.37	323	0.062	514.6	15.90	213.92	0.027	0.002

A avaliação dos dados abióticos nas três campanhas de coleta, realizadas nos períodos menos chuvoso, chuvoso e transicional mostram valores significativos para a maior parte dos parâmetros medidos, dessa forma, sendo possível observar características diferentes no

contexto ambiental de ambas as praias. Quando avaliada a temperatura (C°) das praias, não se verifica mudanças muito acentuadas entre os diferentes períodos, observando-se uma variação de 1.58 °C a mais para a praia da Flexeira no período menos chuvoso, contudo, esse padrão não se mantém no período chuvoso, no qual a praia do Farol apresenta uma temperatura de 1.29 °C a mais. No período transicional, temos novamente a praia da Flexeira com uma temperatura mais elevada, 1.54 °C acima, no entanto, a coleta foi feita em horários distintos, podendo ter afetado o resultado. Sabe-se que a temperatura da água é importante para a distribuição dos ostracodes, contudo, as temperaturas da água em ambientes rasos podem variar de 0 a 30° C, conforme a altitude e latitude do ambiente, com as espécies tendo a capacidade de adaptação (Delorne 2001), além disso, não houve uma variação extrema que possa ter interferido no desenvolvimento dos ostracodes.

Quanto ao pH, a praia do Farol manteve-se equilibrada, não tendo grandes variações e permanecendo dentro da normalidade conforme a resolução CONAMA 375/05, que estabelece um limite de seis a nove para ambientes de água doce (Esteves 1998); já a praia da Flexeira, apesar de apresentar valores dentro da normalidade, mostrou maior variação entre os períodos chuvoso e transicional, sendo este último bem mais ácido que o período chuvoso, chegando próximo ao limite estabelecido pela resolução. Essa variação pode estar associada ao aumento do escoamento superficial durante as chuvas, que transporta matéria orgânica e sedimentos, influenciando a acidez da água (Silva *et al.* 2008). A condutividade elétrica apresentou variações importantes entre os períodos em ambas as praias, chegando a 0.701, no Farol, e 0.657, na Flexeira, durante o período menos chuvoso, enquanto nos outros períodos o valor máximo atingido foi de 0.062 durante o período transicional na praia da Flexeira.

As taxas de oxigênio dissolvido variaram entre as praias quando comparadas, apresentando valores para a praia do Farol maiores nos períodos menos chuvoso e transicional, sendo este último significativamente maior. Já durante o período chuvoso, a Praia da Flexeira apresentou valores ligeiramente superiores. A alta concentração de oxigênio dissolvido no ambiente pode ter afetado à abundância de ostracodes, visto que a média necessária para sua sobrevivência se enquadra em uma margem que varia entre 7,3 e 9,5 mg/L (Delorne 2001), e o período com maior abundância do grupo, foi justamente o menos chuvoso da praia da Flexeira (Figura 29), que apresentou 8,8 mg/L (Tabela 5). De maneira geral, a praia do Farol apresentou os maiores valores de oxigênio dissolvido, provavelmente devido à sua maior refletividade,

relacionando-se diretamente com a turbulência do rio próximo à superfície (Thorp & Covich 2001), justificando a baixa abundância de ostracodes (Figura 28).

Os dados do TDS e salinidade apresentaram comportamentos bem semelhantes entre as praias, com maiores níveis durante o período menos chuvoso. O potencial redox mostrou-se mais elevado durante o período transicional, para ambas as praias, contudo, a praia do Farol em comparação à Flexeira, mostrou valores maiores em todos os períodos. Apesar da concentração de sal não possuir um valor muito expressivo na área de estudo, sabe-se que a salinidade e a composição da água são importantes para os ostracodes de água doce (Delorne 2001). A presença de maior concentração de sal na água, mesmo em pequena quantidade, durante o período de menor pluviosidade, pode ter favorecido o desenvolvimento dos ostracodes.

#### 7.7 INDICADORES DE ESTRUTURA DAS COMUNIDADES

As praias da Flexeira e do Farol apresentam diferentes comportamentos quanto à abundância e riqueza dos táxons registrados. Quando comparados os dois índices totais das classes encontradas, observam-se valores maiores na praia da Flexeira (Figura 26). Contudo, o comportamento entre as estações difere se as praias forem analisadas de forma separada, uma vez que a praia do Farol possui maior abundância no período transicional, e a praia da Flexeira no período chuvoso (Figura 27).

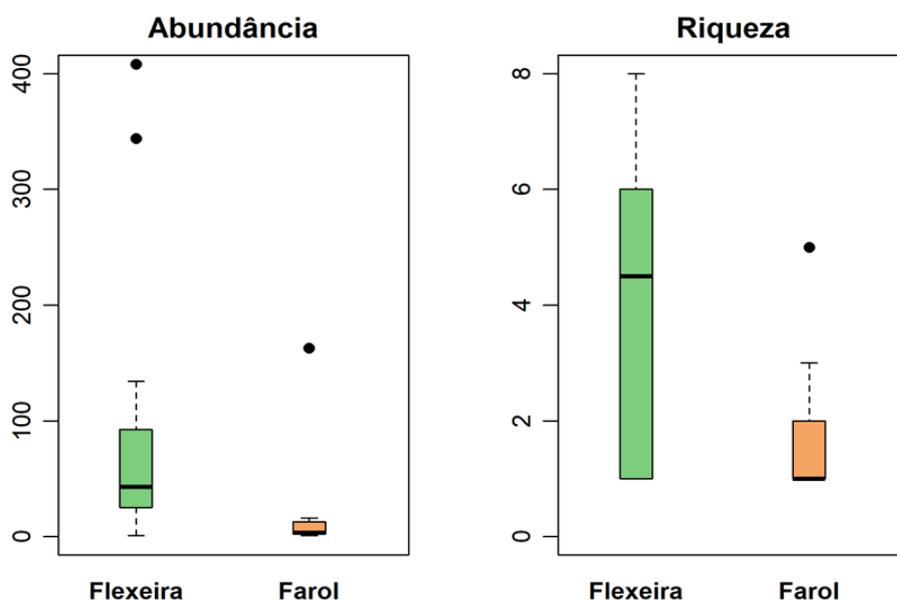


Figura 26 - Gráfico de abundância e riqueza total de táxons encontrados nas praias da Flexeira e do Farol nos três períodos de estudo.

Quanto à riqueza observada nas três estações de estudo, a Praia da Flexeira destacou-se com maior número de táxons, enquanto a Praia do Farol apresentou valores equivalentes apenas no período chuvoso. No entanto, durante esse período, a abundância da Praia do Farol foi 27 vezes menor em comparação à da Praia da Flexeira (Figura 27).

Na Praia do Farol, os grupos mais abundantes identificados foram, em ordem decrescente, Trichoptera, Nematoda, Gastropoda e Oligochaeta (Figura 28). As análises indicaram que as amostras coletadas durante o período transicional apresentaram a maior abundância total de indivíduos, destacando-se um expressivo pico na presença de Trichoptera. Por outro lado, como pode ser visto na Figura 28, as amostras obtidas no período chuvoso, apesar de uma abundância consideravelmente menor, apresentaram uma maior diversidade de táxons, evidenciando um grande aumento na riqueza nesse intervalo, apresentando oito classes distintas. Na estação menos chuvosa, a maior parte das amostras é composta por Trichoptera.

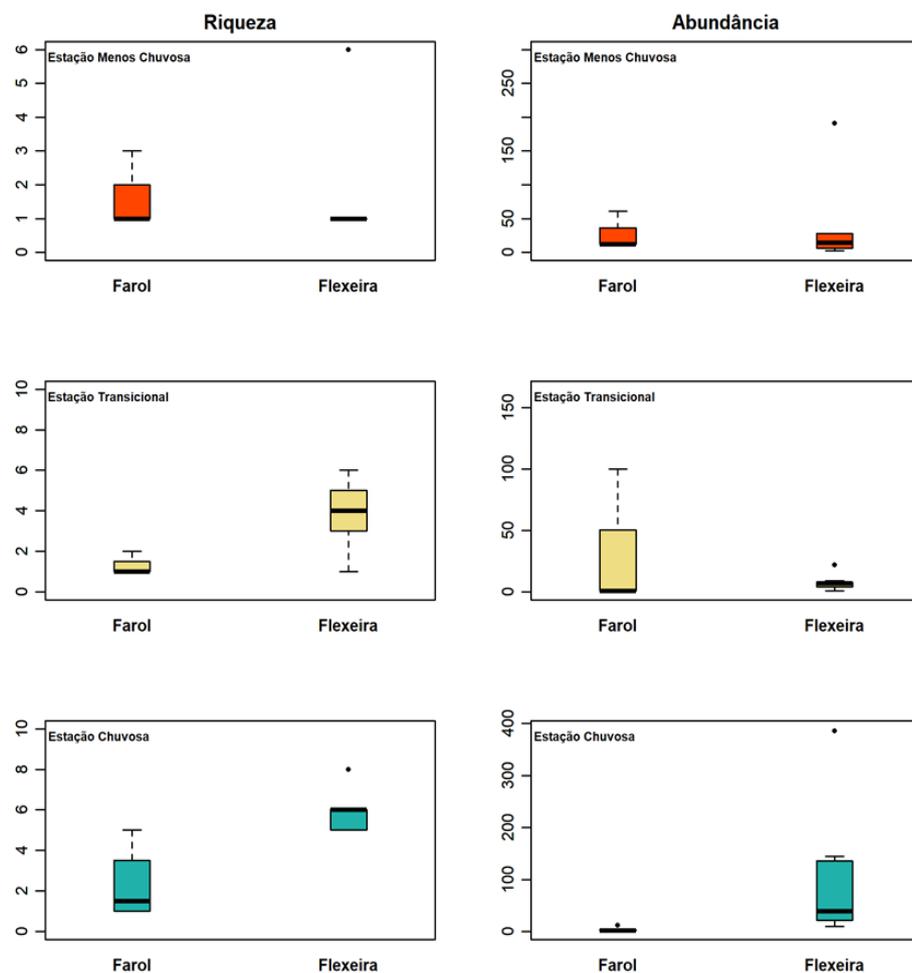


Figura 27 - Gráfico de abundância e riqueza dos táxons encontrados nas praias da Flexeira e do Farol nos três diferentes períodos de estudo.

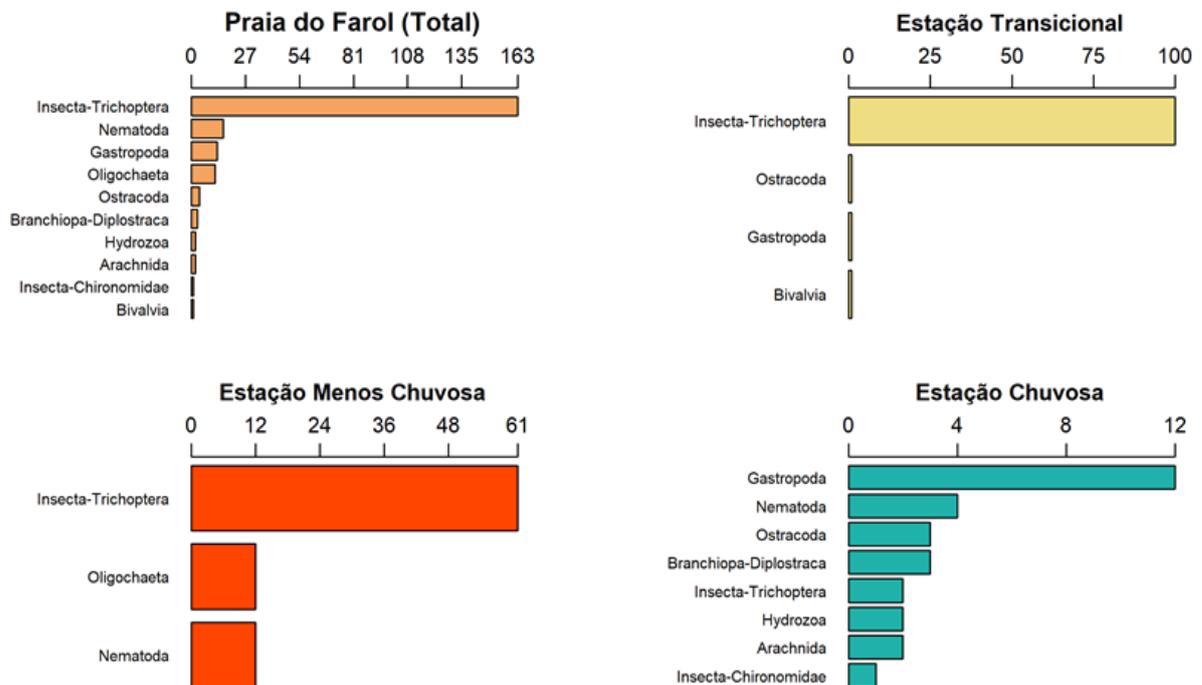


Figura 28 - Gráfico de abundância da meiofauna bentônica na praia do Farol durante as três campanhas de coleta.

Na praia da Flexeira, os grupos mais abundantes identificados ao longo das três estações de coleta foram, em ordem decrescente, Chironomidae, Trichoptera, Nematoda e Amphipoda. Dentre os períodos avaliados, como pode ser visto na Figura 29, a estação chuvosa destacou-se por apresentar os maiores valores de abundância, com predominância de indivíduos das ordens Insecta, Chironomidae e Trichoptera, seguidos pelas classes Nematoda e Amphipoda. Por outro lado, a maior riqueza de táxons foi registrada durante o período transicional, com a identificação de 10 grupos distintos, evidenciando a diversidade presente na Flexeira nesse intervalo específico. Vale ressaltar que, entre os períodos de estudo nessa praia, a estação menos chuvosa apresentou a maior abundância da ostracofauna registrada em todas as estações, tanto na praia da Flexeira quanto na praia do Farol.

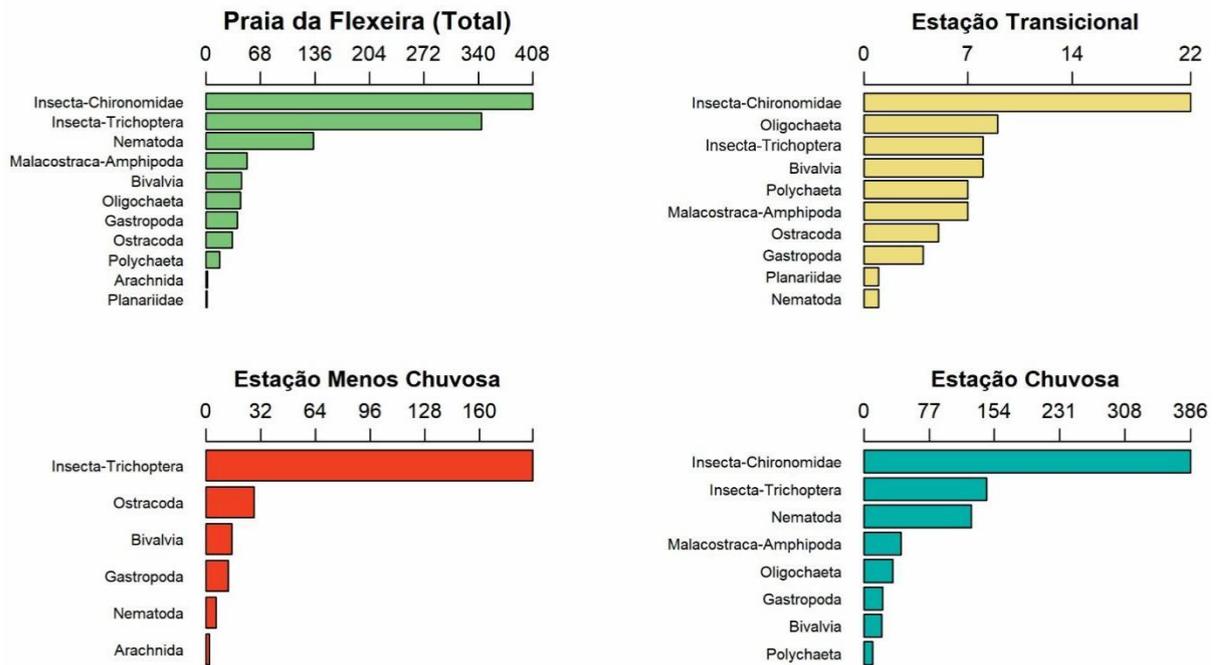


Figura 29 - Gráfico de abundância da meiofauna bentônica na praia da Flexeira durante as três campanhas de coleta.

Com a análise do agrupamento de associações dos táxons encontrados é possível observar uma diversidade maior para a praia da Flexeira, embora alguns grupos ocorram em ambas as praias (Figura 30). Quando avaliadas as estações, percebe-se um padrão de ocorrência, onde as assembleias das estações chuvosa e menos chuvosa são diferentes, com as associações do período transicional migrando entre ambas, no entanto, apresentando mais similaridade com o período chuvoso (Figura 31).

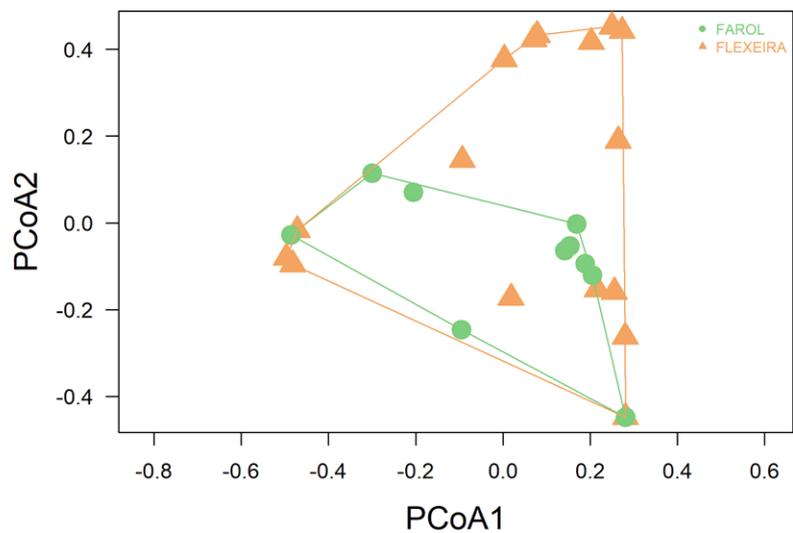


Figura 30 - Gráfico do agrupamento de associações da meiofauna bentônica entre as praias do Farol e da Flexeira. Valores dos componentes em anexos.

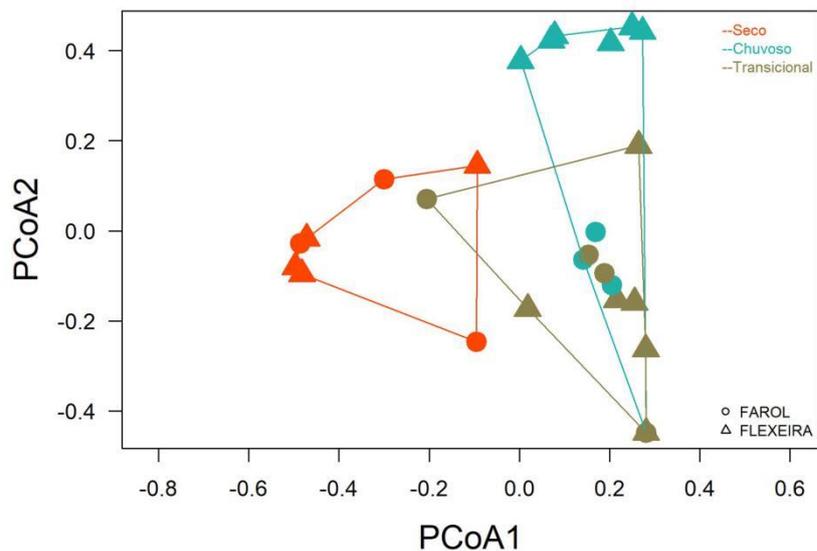


Figura 31 - Gráfico do agrupamento de associações da meiofauna bentônica entre as praias do Farol e Flexeira, considerando as estações de coleta. Valores dos componentes em anexos.

Além da compreensão sobre as associações dos demais grupos da meiofauna bentônica, é necessário verificar o comportamento das assembleias de ostracodes vivos e mortos, para isso, foi levado em consideração a presença de apêndices para identificar os organismos vivos, e a ausência deles para os mortos. Dessa forma, a abundância entre as associações de ostracodes

vivos e mortos reflete a intensa hidrodinâmica encontrada na ilha de Cotijuba. As associações de ostracodes vivos apresentam, em média, uma maior quantidade de organismos, pois estão menos suscetíveis aos processos de transporte junto aos sedimentos, devido conseguirem fixar-se no substrato de forma mais estável. Por outro lado, as associações mortas sofrem maior influência de processos pós-morte, tendo suas carapaças transportadas e redistribuídas pela corrente de maré, o que resulta numa maior variabilidade na abundância observada (Figura 32).

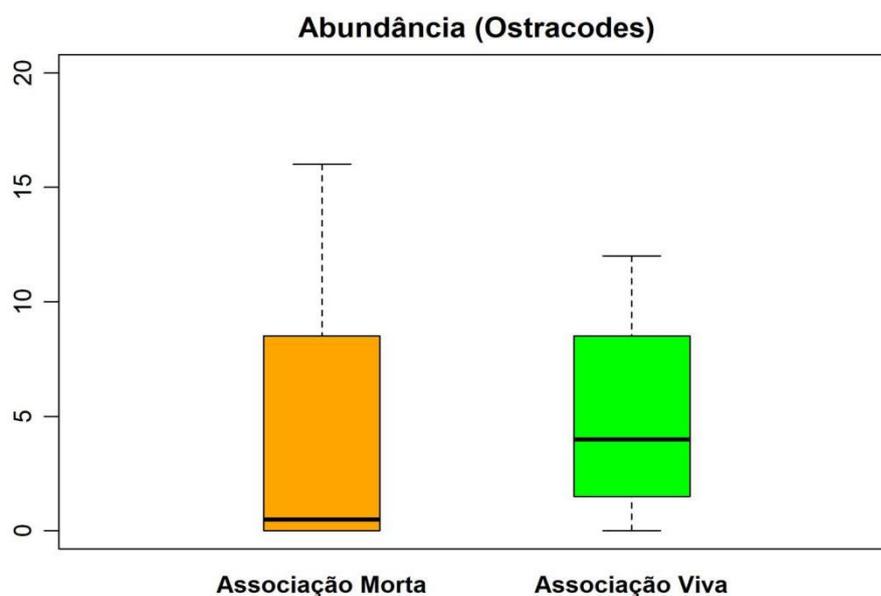


Figura 32 - Gráfico *boxplot* levando em consideração associações de ostracodes vivos e mortos encontrados nas praias aqui estudadas na ilha de Cotijuba.

## 7.8 INTERPRETAÇÕES PALEOBIOLOGICAS

A ilha de Cotijuba demonstrou ser um ambiente altamente dinâmico, caracterizado por intensa atividade hidrodinâmica (Oliveira 2008). Esse fator, observado tanto neste estudo quanto em pesquisas anteriores, atua como um limitador significativo, dificultando a preservação de espécimes como os elementos da meiofauna bentônica (Baia *et al.* 2021, Santos *et al.* 2023).

Os valores de densidade registrados no presente estudo são considerados baixos, o que pode estar associado às características peculiares da ilha de Cotijuba. Diferentemente de outros ambientes lóticos, a ilha é fortemente influenciada pelas marés, que promovem alterações periódicas em fatores como temperatura, ação das ondas, correntes, entrada de matéria orgânica,

percolação da água intersticial, intensidade da luz e compactação do sedimento. Esses processos resultam em um ambiente instável para os meiobentos associados (Steyaert *et al.* 2001).

A ausência de espécimes mais antigos no substrato, ou seja, mortos há mais tempo, mostra a intensa hidrodinâmica da ilha, fazendo que não sejam preservados esses exemplares. Apesar disso, a abundância de casulos de pupas de Trichoptera e larvas de Chironomidae indicam que a ilha ainda apresenta boa qualidade ambiental, não sendo fortemente impactada por processos antrópicos. O grupo dos Trichoptera é altamente sensível a alterações ambientais, e em muitos casos, pode desaparecer em áreas degradadas (Pereira *et al.* 2012). Igualmente as larvas de quironomídeos, que não suportam grandes variações (Sonoda *et al.* 2018). Portanto, é essencial dar continuidade ao monitoramento desses organismos para identificar possíveis impactos futuros, considerando especialmente a possibilidade de a região ser transformada em uma Área de Proteção Ambiental (APA).

Quanto aos ostracodes, a maior abundância de associações de ostracodes vivos em comparação à associação de mortos (Figura 32), mostra o quanto as populações são afetadas pela dinâmica de maré. Uma vez que quando os ostracodes morrem, suas carapaças têm dificuldade em permanecer no ambiente, sendo provavelmente destruídas pela força e pelo atrito exercido sobre elas. Esse parâmetro, somado à ocorrência monogenérica de *Cyprideis*, reforça essa hipótese, uma vez que o gênero possui uma alta adaptação ao ambiente e competitivamente apresenta vantagens em ambientes dinâmicos e com flutuações nas condições físico-químicas da água (Deckker & Lord 2017).

Além disso, este é o primeiro estudo mais aprofundado sobre ostracodes de águas fluviais na Amazônia e fornece um registro inicial da ostracofauna presente na região, o que é crucial para pesquisas futuras em paleobiologia da conservação. Com a continuidade de monitoramentos, será possível realizar comparações ao longo do tempo e identificar variações na ocorrência, abundância e distribuição das espécies. Por sua vez, o aprimoramento de metodologias, como a dos testemunhos sedimentares, pode aumentar a eficiência das análises, mesmo considerando as limitações impostas pela dinâmica do ambiente. Essas melhorias certamente contribuirão para interpretações paleobiológicas mais robustas no futuro.

## 7.9 ELABORAÇÃO DE CARTILHA DIGITAL PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O avanço tecnológico nas últimas décadas transformou e alavancou o acesso à informação, permitindo que dados e notícias sejam obtidos com rapidez e eficiência por meio de dispositivos digitais. Nesse contexto, materiais didáticos como cartilhas, amplamente utilizados desde o século XIX, continuam sendo recursos eficazes para facilitar a compreensão de temas complexos de forma prática e acessível. Disponíveis em formatos impressos e, cada vez mais, em versões digitais, esses materiais se destacam por sua capacidade de promover o conhecimento em diferentes áreas (Souza & Oliveira 2013).

Tendo em vista esse processo, o projeto desta dissertação resultou na elaboração da “Cartilha Digital Preserva Amazônia” (Figura 33). Esse livro digital (Linhares *et al.* 2024) reúne informações relevantes sobre a ilha de Cotijuba, destacando sua biodiversidade e suas ruínas históricas, com o objetivo de divulgar os resultados científicos de maneira acessível à comunidade acadêmica e não acadêmica.



Figura 33 - Primeiro volume publicado da Cartilha Digital Preserva Amazônia, com informações sobre estudos na Região Metropolitana de Belém-PA, incluindo a ilha de Cotijuba. O conteúdo pode ser acessado através do QR Code ou no link: <https://preservamazonia.my.canva.site/>.

A área de estudo, além de ser uma importante candidata à área de proteção ambiental, desempenha um papel significativo como espaço de lazer para a comunidade local e visitantes. Assim, o livro digital busca sensibilizar o público sobre a necessidade de preservação desse patrimônio, especialmente em um momento em que o local enfrenta processos legislativos voltados à sua conservação.

A divulgação científica por meio de materiais digitais é essencial para ampliar o alcance dos resultados acadêmicos, promovendo conscientização e engajamento tanto da população quanto de gestores públicos na proteção e valorização de áreas ambientalmente relevantes.

## 8 CONCLUSÕES

A análise das amostras obtidas na ilha de Cotijuba mostram um comportamento distinto entre a praia da Flexeira e a praia do Farol. Ainda que estas apresentem associações meiobentônicas bem similares, possuem diferentes níveis de abundância. A praia da Flexeira alcançou melhores resultados quanto ao volume de organismos bentônicos encontrados, com maior riqueza e abundância durante o período menos chuvoso, no qual obteve níveis ideais de oxigênio dissolvido, possibilitando uma melhor condição para o desenvolvimento dos grupos nesse período. Além disso, a abundância observada provavelmente está associada à caracterização morfológica da praia, que é do tipo dissipativa, promovendo assim condições mais propícias para o desenvolvimento dos elementos da meiofauna bentônica. Estas condições incluem maior concentração de matéria orgânica e sedimentos mais finos, favorecendo, assim, melhor desenvolvimento e expansão dos grupos encontrados.

Contudo, quando comparado com outros trabalhos que estudam meiofauna bentônica, ainda sim, a praia da Flexeira apresentou baixo volume de espécimes. Entretanto, tendo em vista a abundância dos casulos de Trichoptera e das larvas Chironomidae, possíveis problemas antrópicos esperados, não são os fatores limitantes da distribuição e abundâncias dos elementos meiobentônicos em Cotijuba, uma vez que ambos os grupos abundantes não toleram intensas variações ambientais e presença de poluentes.

Apesar do crescente processo de antropização na ilha, por enquanto, os impactos desse evento parecem não afetar diretamente os grupos analisados. No entanto, as intensas condições hidrodinâmicas da região possivelmente limitam a expansão e permanência dos organismos na área de estudo. Essa conclusão é apoiada pela análise da relação entre ostracodes vivos e mortos encontrados. Além disso, a presença de apenas um gênero de ostracode, *Cyprideis*, conhecido por ser eurihalino e resiliente às alterações ambientais, tanto em registros antigos quanto em ambientes modernos, confirma a influência das condições hidrodinâmicas intensas e das mudanças nas condições físico-químicas da região.

Apesar da ilha de Cotijuba apresentar condições ambientais favoráveis, é importante seguir realizando monitoramentos a fim de garantir a preservação do ecossistema local e consequentemente a saúde dos ambientes amazônicos. Além disso, os dados gerados aqui podem subsidiar tomadas de decisão em relação à gestão ambiental da ilha, bem como demonstrar a importância desta ilha tornar-se uma Área de Proteção Ambiental, e que de

maneira sustentável possa continuar oferecendo à população local e aos turistas a grande riqueza de recursos naturais e culturais que possui.

## REFERÊNCIAS

- Akdemir D. & Külköylüoğlu O. 2014. Preliminary study on distribution, diversity, and ecological characteristics of nonmarine Ostracoda (Crustacea) from Erzincan region (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, **38**: 421–431. Doi: <https://doi.org/10.3906/zoo-1301-16>.
- Akdemir D., Külköylüoğlu O., Yavuzatmaca M., Sari N. 2016. Freshwater Ostracods (Crustacea) of Gaziantep (Turkey) and their habitat preferences according to movement ability. *Fundamental and Applied Limnology*, **187**(4): 307–314. Doi: <https://doi.org/10.1127/fal/2016/0665>.
- Alin S. R. & Cohen A. S. 2004. The live, the dead, and the very dead: taphonomic calibration of recent records of paleoecological change in Lake Tanganyika, East Africa. *Paleobiology*, **30**: 44–81. Doi: [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2004\)030<0044:tltat>2.0.co;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2004)030<0044:tltat>2.0.co;2).
- Arai M. A. 2006. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. *USP – Série Científica*, **2**(6): 1–6. Doi: <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2006000300002>.
- Araújo P. P. 2001. *Variações sazonais dos componentes nitrogenados em aquífero livre na zona urbana de Santa Isabel do Pará, nordeste do Estado do Pará*. MS Dissertation, em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 113p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/14918>.
- Ansari Z. A. & Parulekar A. H. 1993. Distribution, abundance, and ecology of meiofauna in a tropical estuary along the west coast of India. *Hydrobiologia*, **262**(2): 115–126. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00007512>.
- Armenteros M., Williams J. P., Creagh B., Capetillo N. 2008. Spatial and temporal variations of meiofaunal communities from the western sector of the Gulf of Batabanó, Cuba: III. Vertical distribution. *Revista de Biología Tropical*, **56**: 1127–1134. Doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i3.5698>.
- Armstrong H. A. & Brasier M. D. 2005. *Microfossils*. Malden, Oxford, Carlton, Blackwell Publishing, 296 p. Doi: <https://doi.org/10.1017/S001675680621238X>.
- Assumpção A. C. A., Caron F., Erthal F., Barboza E. G., Pinotti R. M., Ritter M. N. 2022. The tricky task of fisher-gardener research in conservation paleobiology. *Frontiers in Ecology and Evolution*, **10**: 838839. DOI: 10.3389/fevo.2022.838839.
- Baia E. 2019. *Os efeitos da variação sazonal da pluviosidade e intrusão salina na meiofauna e nematofauna na Praia do Vai-Quem-Quer, Ilha de Cotijuba, estuário do Rio Pará, Brasil*. MS Dissertation em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil, 95 p. Disponível em: [https://www.ppgeap.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2019/PPGEAP\\_Dissertacao%CC%A7a%CC%83o\\_Erivaldo%20Baia%20dos%20Santos\\_2019.pdf](https://www.ppgeap.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2019/PPGEAP_Dissertacao%CC%A7a%CC%83o_Erivaldo%20Baia%20dos%20Santos_2019.pdf).

Baia E., Rollnic M., Venekey V. 2021. Seasonality of pluviosity and saline intrusion drive meiofauna and nematodes on an Amazon freshwater-oligohaline beach. *Journal of Sea Research*, **170**: 102022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102022>.

Baia E. & Venekey V. 2019. 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*, **67**: 1–18. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592019023006701>.

Barbieri G., Rossi V., Ghosh A., Vaiani S. C. 2020. Conservation Paleobiology as a Tool to Define Reference Conditions in Naturally Stressed Transitional Settings: Micropaleontological Insights from the Holocene of the Po Coastal Plain (Italy). *Water*, **12**: 3420. Doi: <https://doi.org/10.3390/w12123420>.

Barroso C. X. & Matthews-Cascon H. 2009. Spawning and intra-capsular development of *Neritina zebra* (Bruguière, 1792) (Mollusca: Gastropoda: Neritidae) under laboratory conditions. *Invertebrate Reproduction and Development*, **53**: 137–143. Doi: <https://doi.org/10.1080/07924259.2009.9652299>.

Beier S. & Traunspurger W. 2003. Temporal dynamics of meiofauna communities in two small submountain carbonate streams with different grain size. *Hydrobiologia*, **498**: 107–131. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1026258607551>.

Bennett C. E., Williams M., Leng M. J., Siveter D. J., Davies S. J., Sloane H. J., Wilkinson I. P. 2011. Diagenesis of fossil ostracods: implications for stable isotope-based palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **305**: 150–161. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.02.028>.

Bergue C. T. & Coimbra J. C. 2008. Late Pleistocene and Holocene bathyal ostracodes from the Santos Basin, southeastern Brazil. *Palaeontographica, Abteilung A: Paläozoologie - Stratigraphie*, **285**: 101–144. Doi: <https://doi.org/10.1127/pala/285/2008/101>.

Bergue C. T. & Coimbra J. C. 2011. Ostracoda. In: Amaral A. C. Z. & Nallin S. A. H. (eds.). *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil*. Campinas, UNICAMP, p.203–212. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/312229107\\_Ostracoda\\_-\\_pagina\\_203-212](https://www.researchgate.net/publication/312229107_Ostracoda_-_pagina_203-212).

Bere T. & Tundisi J. G. 2010. Epipsammic diatoms in streams influenced by urban pollution, São Carlos-SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **70** (in press). Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000500002>.

Beasley C. R., Tagliaro C. H., Figueiredo W. B. 2003. The occurrence of the Asian Clam *Corbicula fluminea* in the lower Amazon basin. *Acta Amazonica*, **33**(2): 317–324. <https://doi.org/10.1590/1809-4392200332324>.

Borba T. A. C. 2014. *Modelagem hidrodinâmica aplicada ao estuário amazônico: uma abordagem em malha flexível*. MS Dissertation em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 47 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/11506>.

Borges A. N. D. S. 2010. *Crescimento e dinâmica populacional de Neritina zebra (Bruguière, 1792) (Mollusca: Gastropoda) na região do entremares da ilha de Mosqueiro, Belém-PA*. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém.

Brandão S. N., Antonietto L. S., Nery D. G., Pereira J. S., Praxedes R. A., Santos S. G., Karanovic I. 2025. *World Ostracoda database*. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/ostracoda>. Acesso em: 01 de março de 2025.

Carvalho L. M. V., Jones C., Liebmann B. 2004. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. *Journal of Climate*, **17**(2): 88–108. Doi: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<0088:TSACZI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<0088:TSACZI>2.0.CO;2).

Castello L., McGrath D. G., Hess L. L., Coe M. T., Lefebvre P. A., Petry P., Macedo M. N., Renó V. F., Arantes C. C. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, **6**(4): 217–229. Doi: <https://doi.org/10.1111/conl.12008>.

Coimbra J. C., Pinto I. D., Wuerdig N. L., Do Carmo D. A. 1999. Zoogeography of Holocene Podocopina (Ostracoda) from the Brazilian equatorial shelf. *Marine Micropaleontology*, **37**(3–4): 365–379. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(99\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(99)00025-0).

Coimbra J. C., Carreño A. L., Geraque E. A., Eichler B. B. 2007. Ostracodes (Crustacea) from Cananéia-Iguape estuarine/lagoon system and geographical distribution of the mixohaline assemblages in southern and southeastern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, **97**(3): 273–279. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000300010>.

Coimbra J. C. & Bergue C. T. 2011. Ostracoda. In: Amaral A. C. Z. & Nallin S. A. H. (eds). *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, Sudeste do Brasil*. Campinas, UNICAMP, p. 203–212. Disponível em: [https://www2.unifap.br/alexandresantiago/files/2012/12/E-BOOKBiota\\_1.pdf](https://www2.unifap.br/alexandresantiago/files/2012/12/E-BOOKBiota_1.pdf).

Conservation Paleobiology Workshop. 2012. Conservation paleobiology: opportunities for the Earth Sciences. *Report to the Division of Earth Sciences*. Ithaca, New York, National Science Foundation. Paleontological Research Institution, 32 p.

Costa M. L., Angélica R. S., Avelar J. O. G. 1991. Outeiro e Mosqueiro: exemplos de evolução laterítica imatura. In: SBG – Núcleo Norte, 3º Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. *Anais[...]*, p. 479–494.

Coull B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology*, **24**(4): 327–343. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.00979.x>.

Cunha C. V. 2012. Distribuição e ecomorfologia de *Neritina zebra* (Bruguière, 1792) (Mollusca: Gastropoda: Neritidae) em um estuário amazônico, Pará, Brasil. MS Dissertation em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém, 130 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/6017>.

Danielopol D. L., Casale L. M., Olteanu R. 1986. On the preservation of carapaces of some limnic ostracods: An exercise in actuopalaeontology. *Hydrobiologia*, 143: 143–157. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00026657>.

Danielopol D. L., Ito E., Wansard G., Kamiya T., Cronin T. M., Baltanás A. 2002. Techniques for collection and study of ostracoda. In: Holmes J. A. & Chivas AR (eds.). *The Ostracoda: applications in quaternary research*. American Geophysical Union, p.65–97. (Geophysical Monograph 131).

Darrigran G. 1997a. Invading bivalves in South America. *Aliens*, 5: 3–4.

Darrigran G. A. 1997b. Introduction of harmful aquatic organisms, Bivalves, river Plate. *Marine Environment Protection Committee MEPC*, 40/10/1. Disponível em: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/157893>.

Darrigran G. & Pastorino G. 1995. The recent introduction of a freshwater Asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae), into South America. *The Veliger*, 38: 171–175. Disponível em: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/157891>.

Deckker P. de & Forester R. M. 1988. The use of ostracods to reconstruct continental paleoenvironmental records. In: Deckker P.de, Colin J. P., Peypouquet J. P. (eds.), *Ostracoda in the Earth Sciences*. Amsterdam, Elsevier, p.175–199.

Deckker P.de & Lord A. 2017. *Cyprideis torosa*: a model organism for the Ostracoda? *Journal of Micropalaeontology*, 36(1): 3–6. Doi: <https://doi.org/10.1144/jmpaleo2016-100>.

Delorme L. D. 2001. Ostracoda. In: Thorp J. H. & Covich A. P. (eds.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Second Edition. [S.l.], Academic Press, p. 811–848. ISBN: 9780126906479. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-012690647-9/50021-1>.

Dimiza M. D., Triantaphyllou M. V., Koukousioura O., Hallock P., Simboura N., Karageorgis A. P., Papathanasiou E. 2016. The foram stress index: a new tool for environmental assessment of soft-bottom environments using benthic foraminifera. A case study from the Saronikos Gulf, Greece, Eastern Mediterranean. *Ecological Indicators*, 60: 611–621. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.030>.

Dupuy C., Hien T. N., Mizrahi D., Jerome J., Martine B., Agogué H., Laureen B., Bocher P. 2015. 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*, 110: 39–47. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.09.019>.

El-Robrini M., Silva M. A. M. A., Souza Filho P. W. M., El-Robrini M. H. S., Silva Júnior O. G., França C. F. 2006. *Erosão e progradação do litoral brasileiro – Pará*. Brasília,DF, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. p.41 – 87.

El-Robrini M., Ranieiri L., Silva P., Sá Guerreiro J., Alves M., Oliveira R. R., Silva M., Amora P., Robrini M. 2018. Pará. In: Muehe D (org.). *Panorama da erosão costeira no Brasil*. [S.l., s.n.]. p. 65–166. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/331134855\\_Overview\\_of\\_coastal\\_erosion\\_ParaBrasil](https://www.researchgate.net/publication/331134855_Overview_of_coastal_erosion_ParaBrasil).

Esteves F. A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. [S.l.], Interciência, 602 p.

Fernandes J. M. G. 1984. Paleoeologia da Formação Pirabas. In: SBG, 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro. *Anais*[...], v.1, p. 330–340.

Forester R. M. 1987. Late Quaternary paleoclimate records from lacustrine ostracodes. In: Ruddiman W. E. & Wright H. E. (eds.). *North American and adjacent oceans during the last deglaciation*. Boulder, CO, DNAG, Geological Society of America, p.261–276. Doi: <https://doi.org/10.1130/DNAG-GNA-K3.261>.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas-FAPESPA. *Boletim da sustentabilidade das ilhas de Belém: ilha de Caratateua*. Belém, CET/DIPEA, novembro de 2024. 50 p. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/atlas-de-sustentabilidade/>.

Furtado L. G., Leitão W., Melo A. F. (eds.). 1993. *Povos das águas: realidade e perspectivas na Amazônia*. Belém, Ministério de Ciência e Tecnologia, Conselho Nacional de Pesquisa; Museu Paraense Emílio Goeldi. Disponível em: <http://repositorio.museu-goeldi.br:8080/bitstream/mgoeldi/777/1/POVOS%20DAS%20AGUAS%201993%20ALENCAR.pdf>.

Giere O. 2009. *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediment*. 2nd edition, Berlin, Springer-Verlag. 527 p. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68661-3>.

Guerra G. 2001. O poder das marés na região amazônica no final do século XVIII e início do XIX: o engenho de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil. *Movendo Ideias*, 6: 10: 69–74.

Hadlich G. M. & Scheibe L. F. 2007. Dinâmica físico-química de águas superficiais em região de intensa criação de suínos: exemplo da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito, município de Braço do Norte, SC. *Geochimica Brasiliensis*, 21(3): 245–260. Disponível em: <https://geobrasiliensis.emnuvens.com.br/geobrasiliensis/article/view/270>.

Hanna L. M. M. 2017. *Qualidade das águas subterrâneas rasas na Ilha de Cotijuba–Belém/PA*. MS Dissertation em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, Belém, 130 p. Disponível em: <https://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10748>.

Hartmann G. 1954. Zwei neue Polycope-Arten (Ostracoda, Cladocopa) aus Brasilien. *Zoologischer Anzeiger*, 153(7/8): 175–182.

Hartmann G. 1955. Neue marine Ostracoden der Familie Cypridae und der Subfamilie Cytherideinae der Familie Cytheridae aus Brasilien. *Zoologischer Anzeiger*, 154(5/6): 109–127.

- Higuti J. & Martens K. 2014. Five new species of Candoninae (Crustacea, Ostracoda) from the alluvial valley of the upper Paraná River (Brazil, South America). *European Journal of Taxonomy*, **106**: 1–6. Doi: <https://doi.org/10.5852/ejt.2014.106>.
- Higuti J., Roche K. F., Martens K. 2017. Checklist de ostrácodos (Crustacea, Ostracoda) dulcícolas do Pantanal Sul Mato-Grossense, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, **107**(Suppl): 1–5. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017114>.
- Hong Y., Yasuhara M., Iwatani H., Mamo B. 2019. Baseline for ostracod-based northwestern Pacific and Indo-Pacific shallow-marine paleoenvironmental reconstructions: ecological modeling of species distributions. *Biogeosciences*, **16**: 585–604. Doi: <https://doi.org/10.5194/bg-16-585-2019>.
- Horne D. J., Cohen A., Martens K. 2002. Taxonomy, morphology, and biology of Quaternary and living Ostracoda. In: Holmes J. A. & Chivas A. R. (eds.). *The Ostracoda: applications in quaternary research*. Washington, DC, American Geophysical Union, p.5–36. Doi: <https://doi.org/10.1029/131GM02>.
- Horne D. J., SchÖN I., Smith R., Martens K. 2005. What are Ostracoda? A cladistic analysis of the extant superfamilies of the subclasses Myodocopa and Podocopa In: Koenemann S. *et al.* (eds.). *Crustacea and arthropod relationships*. Crustacean Issues, **16**: 249–273. Doi:10.1201/9781420037548.ch10.
- Horne D. J., Holmes J. A., Rodríguez-Lázaro J., Viehberg F. 2012. Ostracoda as proxies for quaternary climate change: overview and Future Prospects. In: Horne D., Holmes J. A., Rodríguez-Lázaro J., Viehberg F. (eds.). *Ostracoda as proxies for quaternary climate change*. [S.l., s.n.], p. 305–315. (Developments in Quaternary Sciences, 17). Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53636-5.00018-4>.
- Holzenthal R. W., Blahnik R. J., Prather A. L., Kjer K. M. 2007. Ordem Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, **1668**: 639–698. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.29>.
- Huffner J. G. P. & Bello L. A. L. 2012. Análise dos impactos ambientais da expansão urbana na Ilha de Cotijuba, Belém-PA. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, **13**(44): 286–298. Doi: <https://doi.org/10.14393/RCG134416723>.
- Huffner J. G. P. 2013. Turismo e indicadores de sustentabilidade ambiental na Ilha de Cotijuba. *Educação Ambiental em Ação*, **46**. Disponível em: <https://revistaea.org/pf.php?idartigo=1685>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. 2010. *Censo demográfico 2010: características gerais da população e dos domicílios: resultados do universo*. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=793>.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio. 2022. *Estratégia integrada de monitoramento aquático continental na Amazônia*. Brasília, DF, ICMBio. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategiaintegradaemonitoramentoaquadicocontinentalamazonicointernet16082022.pdf>.

Iglikowska A. 2014. Stranded: the conquest of fresh water by marine ostracods. *Paleontological Research*, **18**(3): 125–135. Doi: <https://doi.org/10.2517/2014PR014>.

Ikeya N., Tsukagoshi A., Horne D. J. 2005. Preface: the phylogeny, fossil record and ecological diversity of ostracode crustaceans. *Hydrobiologia*, **538**: 7–13. <https://doi.org/10.1007/s10750-004-4914-z>.

Ituarte C. 1981. Primera noticia acerca de la introducción de pelecípodos asiáticos en el área rioplatense (Mollusca, Corbiculidae). *Neotrópica*, **27**: 79–83. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/270578706\\_Primer\\_noticia\\_acerca\\_de\\_la\\_introduccion\\_de\\_pelecipodos\\_asiatcos\\_en\\_el\\_area\\_rioplatense\\_Mollusca\\_Corbiculidae](https://www.researchgate.net/publication/270578706_Primer_noticia_acerca_de_la_introduccion_de_pelecipodos_asiatcos_en_el_area_rioplatense_Mollusca_Corbiculidae).

Kempf E. K. 1996a. *Index and bibliography of Marine Ostracoda*, 1–9. Koeln, Geologisches Institut der Universitat Koeln. Disponível em: <https://ostracoda-on.tripod.com/>.

Kempf E. K. 1996b. *Index and bibliography of Non-Marine Ostracoda*, 1–6. Koeln, Geologisches Institut der Universitat Koeln. Disponível em: <https://ostracoda-on.tripod.com/>.

Kempf E. K. 1997. *Index and bibliography of Non-Marine Ostracoda*, 1–6. Koeln, Geologisches Institut der Universitat Koeln. Disponível em: <https://ostracoda-on.tripod.com/>.

Kuhlman M. L. 2000. *Invertebrados bentônicos e qualidade ambiental*. PhD Theses, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, São Paulo, 133 p. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Monica\\_L\\_Kuhlmann\\_Bentos\\_Qual\\_Ambiental.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Monica_L_Kuhlmann_Bentos_Qual_Ambiental.pdf).

Külköylüoğlu O. 2004. On the usage of ostracoda (Crustacea) as bioindicator species in different aquatic habitats in the Bolu region, Turkey. *Ecological Indicators*, **4**: 139–147. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2004.01.004>.

Külköylüoğlu O., Yavuzatmaca M., Akdemir D., Çelen E., Dalkiran N. 2018. Ecological classification of the freshwater Ostracoda (Crustacea) based on physicochemical properties of waters and habitat preferences. *International Journal of Limnology*, **54**(26): 1–11. Doi: <https://doi.org/10.1051/limn/2018017>.

Külköylüoğlu O., Yavuzatmaca M., Akdemir D., Yilmaz O., Çelen E., Dere Ş., Dalkiran N. 2019. Correlational patterns of species diversity, swimming ability and ecological tolerance of non-marine ostracoda (Crustacea) with different reproductive modes in shallow water bodies of Ağrı region (Turkey). *Journal of Freshwater Ecology*, **34**(1): 151–165. <https://doi.org/10.1080/02705060.2019.1576551>.

Kusnerik K., Means G., Portell R., Brenner M., Hua Q., Kannai A., Means R., Monroe M. A., Kowalewski M. 2020. Live, dead, and fossil mollusks in Florida freshwater springs and spring-fed rivers: Taphonomic pathways and the formation of multisourced, time-averaged death assemblages. *Paleobiology*, **46**(3): 356–378. <https://doi.org/10.1017/pab.2020.25>.

Kvist L. P. & Nebel G. 2001. A review of Peruvian flood plain forests: ecosystems, inhabitants, and resource use. *Forest Ecology and Management*, **150**: 3–26. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00679-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00679-4).

Lage L. M. & Coutinho R. 2012. Ecologia da Meiofauna Marinha. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes/RJ, **6**(1): 173–195. Doi: <https://doi.org/10.5935/2177-4560.20120011>.

Leandro L. M., Linhares A. P., De Lira Mota M. A., Fauth G., Santos A., Villegas-Martin J., Vieira C. E. L., Bruno M. D. R., Lee B., Baecker-Fauth S., Lopes F. M., Ramos M. I. F. 2022. Multi-proxy evidence of Caribbean-sourced marine incursions in the Neogene of Western Amazonia, Brazil. *Geology*. <https://doi.org/10.1130/G49544.1>.

Legendre P. & Legendre L. 2012. *Numerical ecology*. 3rd ed. [S.l.], Elsevier, 990 p.

Linhares A. P., Ramos M. I. F., Gross M., Piller W. E. 2011. Evidence for marine influx during the Miocene in southwestern Amazonia, Brazil. *Geología Colombiana*, **36**(1): 91–103. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/259592563\\_Evidence\\_for\\_marine\\_influx\\_during\\_the\\_Miocene\\_in\\_southwestern\\_Amazonia\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/259592563_Evidence_for_marine_influx_during_the_Miocene_in_southwestern_Amazonia_Brazil).

Linhares A. P., Gaia V. C. S., Ramos M. I. F. 2017. The significance of marine microfossils for paleoenvironmental reconstruction of the Solimões Formation (Miocene), Western Amazonia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **79**: 57–66. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.07.007>.

Linhares A. P., Ramos M. I. F., Gaia V. C. S., Friaes Y. S. 2019. Integrated biozonation based on palynology and ostracods from the Neogene of Solimões Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **91**: 57–70.

Linhares A. P. & Ramos M. I. F. 2022. Neogene ostracods from the Solimões Formation (Atalaia do Norte, Amazonas State, Brazil), with the description of two new species. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **25**(1): 61–75. Doi: <https://doi.org/10.4072/rbp.2022.1.05>.

Linhares A. P., Luz N. C., Ramos M., Ruivo M. L. P., Friaes Y. S., Brito M. S., Rocha L., Berredo J. F. 2024. Avaliação do uso de ostracodes (Crustacea) como bioindicadores da qualidade dos recursos hídricos no Parque Estadual do Utinga, Belém, Pará. In: Workshop Internacional Sustentare & WIPIS, Campinas. *Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos*: anais.

- Luz N. C. 2019. *Taxonomia e potencial de preservação dos ostracodes (Crustacea, Ostracoda) da Cadeia Vitória-Trindade, Brasil*. PhD Theses em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 169p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200719>.
- Malm T., Johanson K. A., Wahlberg N. 2013. The evolutionary history of Trichoptera (Insecta): a case of successful adaptation to life in freshwater. *Systematic Entomology*, **38**: 459–473. <https://doi.org/10.1111/syen.12016>.
- McLachlan A. & Brown A. C. 2006. *The ecology of sandy shores*. Burlington, Academic Press. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123725691/the-ecology-of-sandy-shores#book-description>.
- Mesquita T. O. & Silva C. N. 2010. Turismo na Amazônia ribeirinha: um estudo sobre as repercussões socioespaciais da atividade turística na Ilha de Cotijuba, Belém-Pará. In: 5º Encontro Nacional da Anppas, Florianópolis. *Anais[...]*.
- Michelson A. V. & Park L. E. 2013. Taphonomic dynamics of lacustrine ostracodes on San Salvador Island, Bahamas: high fidelity and evidence of anthropogenic modification. *Palaios*, **28**: 129-135. Doi:10.2110/palo.2012.p12-031r.
- Michaelson A. V., Kidwell S. M., Park Boush L. E., Ash J. L. 2018. Testing for human impacts in the mismatch of living and dead ostracode assemblages at nested spatial scales in subtropical lakes from the Bahamian archipelago. *Paleobiology*, **44**(4): 758–782. Doi: <https://doi.org/10.1017/pab.2018.20>.
- Miranda R. G., Pereira S. F. P., Alves D. T. V., Oliveira G. R. F. 2009. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. *Ambi-Agua*, **4**(2): 75–92. Doi: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.88>.
- Neale J. W. & Delorme L. D. 1985. *Cytheromorpha fuscata*, relict Holocene marine ostracode from freshwater inland lakes of Manitoba, Canada. *Revista Española de Micropaleontología*, **17**: 41–64.
- Neumann-Leitão S. & El-Deir S. 2009. *Bioindicadores da qualidade ambiental*. Recife, Instituto Brasileiro Pró-Cidadania. 298 p.
- Oliveira G. K. M. 2008. *Caracterização morfossedimentar durante o ano de 2007 das praias estuarinas da Ilha de Cotijuba (Baía do Marajó) no Estado do Pará*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11726>.
- Palmer M. A. 1990. Temporal and spatial dynamics of meiofauna within the hyporheic zone of Goose Creek, Virginia. *Journal of the North American Benthological Society*, **9**(1): 17–25. Doi: <https://doi.org/10.2307/1467930>.

Parameswari E., Davamani V., Kalaiarasi R., Ilakiya T., Arulmani S. 2020. Utilization of Ostracods (Crustacea) as Bioindicator for Environmental Pollutants. *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry*, **21**(7): 73–93. <https://doi.org/10.9734/irjpac/2020/v21i730182>.

Pereira L. R., Cabette H. S. R., Juen N. L. 2012. Trichoptera as bioindicators of habitat integrity in the Pindaíba river basin, Mato Grosso (Central Brazil). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **48**: 295–302. Doi: <https://doi.org/10.1051/limn/2012018>.

Pereira N. S. S. 2019. Metropolização e turismo: um estudo sobre a ilha de Cotijuba, Belém – Pará. *Paper do NAEA*, **28**(3): 452. Doi: <http://dx.doi.org/10.18542/papersnaea.v28i3.8387>.

Pieri V., Vandekerkhove J., Goi D. 2012. Ostracoda (Crustacea) as indicators for surface water quality: a case study from the Ledra River basin (NE Italy). *Hydrobiology*, **688**(1): 25–35. Doi: <https://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0568-1>.

Pinder L. C. V. 1995. The habitats of chironomid larvae. In: Armitage P. D., Cranston P. S., Pinder L. C. V. (eds.). *The chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. London, Chapman & Hall. 584 p.

Pinto I. D., Ornellas L. P., Purper I., Kotzian S. B., Sanguinetti Y. T. 1978. Recent ostracods along 7,408 km of the Brazilian coast (33°45' S to 4°25' N). *Pesquisas*, **9**: 109–120. Doi: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.21783>.

Pinto R. L., Rocha C. E. F., Martens K. 2003. On two new species of the genus *Vestalenula* Rossetti & Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae) from semiterrestrial habitats in São Paulo State (Brazil). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **139**: 305–313. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2003.00070.x>.

Prestes Y. O., Rollnic M., Silva M. S., Rosário R. P. 2014. Volume transport in the tidal limit of the Pará River, Brazil. *Proceedings of the 17th Physics of Estuaries and Coastal Seas Conference*, Porto de Galinhas, Pernambuco, Brazil.

Prestes Y. O. 2016. *Interações físicas entre o estuário do rio Pará e a plataforma continental no norte do Brasil*. MS Dissertation em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 122 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17884>.

R Core Team. 2025. *R: a language and environment for statistical computing*. Version 4.1.2. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.

Radwell A. J. & Brown A. V. 2008. Benthic meiofauna assemblage structure of headwater streams: density and distribution of taxa relative to substrate size. *Aquatic Ecology*, **42**(3): 405–414. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10452-007-9108-0>.

Ribeiro B. 2014. *A natureza nas lógicas de ocupação da Ilha de Cotijuba, Belém (PA)*. MS Dissertation em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Pará, Belém, 120 p.

Ribeiro B. G., Cardoso A. C. D., Bezerra F. N. C. 2014. A dualidade do ambiente natural/urbano e suas perspectivas em Cotijuba – PA. *In: 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. A Dimensão Ambiental da Cidade: anais*. Belém, p.1–20. Disponível em: <https://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT2-315-127-20140601225003.pdf>.

Rodriguez-Lazaro J. & Ruiz-Muñoz F. A. 2012. General introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record, and applications. *In: Horne D. J., Holmes J. A., Rodríguez-Lázaro J., Viehberg F. (eds.). Ostracoda as proxies for quaternary climate change*. [S.l., s.n.]. p. 1–14. (Developments in Quaternary Sciences, v.17). Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53636-5.00001-9>.

Rosário R. P. 2016. *Análise de processos oceanográficos no estuário do rio Pará*. PhD Theses em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 194p. Disponível em: <https://www.repositorio.ufpa.br/handle/2011/8876>.

Rossetti D. F., Truckenbrodt W., Góes A. M. 1989. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e pós-barreiras na região Bragantina, nordeste do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, **1**: 25–74. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/623>.

Rossetti D. F. 2001. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, Northern Brazil. *Sedimentary Geology*, **133**(3–4): 295–324. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(00\)00046-4](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(00)00046-4).

Rossetti G., Pieri V., Bolpagni R., Nizzoli D., Viaroli P. 2020. Variability in environmental conditions strongly impacts ostracod assemblages of lowland springs in a heavily anthropized area. *Water*, **12**(11): 3276. Doi: <https://doi.org/10.3390/w12113276>.

Rossetti D. F. & Santos Jr. A. E. A. 2004. Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of Miocene age, Northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **17**: 267–284. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2004.08.003>.

Rossetti D. F. 2006. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. *Revista de Geologia da USP – Série Científica*, **6**(2): 7–18. Doi: <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2006000300003>.

Rudraraju S., Moulton D. E., Chirat R., Goriely A., Garikipati K. 2019. A computational framework for the morpho-elastic development of molluskan shells by surface and volume growth. *PLOS Computational Biology*, **15**(7): e1007213. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007213>.

Ruiz F., Abad M., Bodergat A. M., Carbonel P., Rodríguez-Lázaro J., González-Regalado M. L., Toscano A., García E. X., Prenda J. 2013. Freshwater ostracods as environmental tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **10**: 1115–1128. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0249-5>.

Rumney B. M., Morgan S. R., Mosselmans J. F. W., Malik F. T., Holden S. J., Parker A. R., White N., Lewis P. N., Albon J., Meek K. M. 2022. Characterization of carapace composition in developing and adult ostracods (*Skogsbergia lernerii*) and its potential for biomaterials. *Marine Biology*, **169**(6): 78, 1–14. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00227-022-04047-6>.

Sá J. H. S. 1969. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da Região Bragantina. *Boletim do Instituto Geológico*, Rio de Janeiro, **3**: 21–36.

Sames B. & Horne D. J. 2012. Latest Jurassic to Cretaceous non-marine ostracod biostratigraphy: unde venis, quo vadis? *Journal of Stratigraphy*, **36**(2): 267–288. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/244484315\\_Latest\\_Jurassic\\_to\\_Cretaceous\\_non-marine\\_ostracod\\_biostratigraphy\\_Unde\\_venis\\_quo\\_vadis](https://www.researchgate.net/publication/244484315_Latest_Jurassic_to_Cretaceous_non-marine_ostracod_biostratigraphy_Unde_venis_quo_vadis).

Sandberg P. A. 1964. The ostracod genus *Cyprideis* in the Americas. *Acta Universitatis Stockholmiensis*, Stockholms Universitet, 178 p.

Santos K. S. 2019. *Análise tafonômica da ostracofauna do testemunho IAS-5-AM: contribuição para a interpretação paleoambiental dos depósitos neógenos da Formação Solimões, AM, Brasil*. MS Dissertation em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, xvii, 118p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12276>.

Santos T. B. L. 2020. *Padrões de distribuição espacial da meiofauna e nematofauna em uma ilha estuarina amazônica (Ilha de Cotijuba, Pará, Brasil)*. MS Dissertation em Ecologia Aquática e Pesca, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

Santos T. B. L., Baia E., Venekey V. 2023. Effect of sediment on meiofauna and Nematoda structure in different freshwater Amazon environments under the influence of mesotides. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **103**: e75, 1–21. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0025315423000656>.

Sazaki T. O. 1980. *Proceedings of Coastal '80*. ASCE. p. 3197–3209.

Schneider A., Wetterich S., Schirrmeister L., Herzsuh U., Meyer H., Pestryakova L. A. 2016. Freshwater ostracods (Crustacea) and environmental variability of polygon ponds in the tundra of the Indigirka Lowland, north-east Siberia. *Polar Research*, **35**. Doi: <https://doi.org/10.3402/polar.v35.25225>.

Schornikov E. I. 2000. Ostracoda as indicators of conditions and dynamics of water ecosystems. *Topics in Geobiology*, **15**: 181–187. Doi: [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4167-7\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4167-7_9).

Silva Júnior O. G. 1998. *Morfoestratigrafia da planície costeira do município de São João de Pirabas (porção NW) – NE do Estado do Pará*. MS Dissertation em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, vii, 88p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/14904>.

Silva C. A. 1998. Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim – NE do Pará. MS Dissertation em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 133 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11561>.

Silva I. D. 2001. *Massificação do lazer em áreas naturais amazônicas e suas repercussões ambientais: o caso da Ilha de Cotijuba em Belém*. MS Dissertation em Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 116 p.

Silva L. C. M. 2003. *Lazer, turismo e agricultura entre populações tradicionais na Ilha de Cotijuba*. MD Dissertation em Serviço Social, Universidade Federal do Pará, Belém.

Silva A. E. P., Angelis C. F., Machado L. A. T., Waichman A. V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, **38**(4): 733-742.

Silva E. K., Almeida A. S., Gama L. H. O. M. 2021. Ilhas ameaçadas com o desflorestamento: análise da fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, **16**(2): 203–213. Doi: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i2.467>.

Sonoda K. C., Monteles J. S., Ferreira A., Gerhard P. 2018. *Chironomidae da Amazônia Oriental: resposta da funcionalidade alimentar aos diferentes usos/cobertura do solo*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, 14 p. (Série Comunicado Técnico, 57). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098619/1/2018CO01.pdf>.

Souza E. B.de, Carmo A. M. C., Moraes B. C., Nacif A., Ferreira D. B. S., Rocha E. J. P., Souza P. J. O. P. 2016. Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia Legal Brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo RegCM4. *Revista Brasileira de Climatologia*, **18**: 293–306. Doi: <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43711>.

Souza F. F. & Oliveira G. B. 2013. Elaboração de uma cartilha sobre a importância ecológica e econômica dos morcegos. *CEUB Educação Superior*, Brasília, DF. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/6466>.

Smith J. A. 2018. *A case study in conservation paleobiology: the molluscan community of the Colorado river estuary*. PhD Theses, Cornell University, 219p. Doi: <https://doi.org/10.7298/X4GF0RR2>.

Strayer D. L. & Dudgeon D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, **29**(1): 344–358. Doi: <https://doi.org/10.1899/08-171.1>.

Suguio K. & Nogueira A. C. R. 1999. Revisão Crítica dos Conhecimentos Geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu Possível Significado como Testemunho de Alguns Eventos Geológicos Mundiais. *Geociências*, São Paulo, **18**: 461–479. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001189413>.

- Tatumi S. H., Silva L. P., Pires E. L., Rossetti D. F., Goes A. M., Munita C. S. 2008. Datação de sedimentos pós-barreiras no norte do Brasil: implicações paleogeográficas. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**(3): 514–524. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/4950>.
- Távora V. A., Santos A. A. R., Araújo R. 2010. Localidades fossilíferas da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, **5**: 207–224. Doi: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v5i2.644>.
- Thorp J. H. & Covich A. P. 2001. An overview of freshwater habitats. In: Thorp J. H. & Covich A. P. (eds.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Second Edition. Academic Press, p.19–41. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-012690647-9/50003-X>.
- Toledo P. M. 1989. Sobre Novos Achados de Sirênios (*Sirenotherium pirabense* Paula Couto, 1967) na Formação Pirabas (Pará, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, **1**: 5–10. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/625>.
- Tyler C. & Kowalewski M. 2023. The quality of the fossil record across higher taxa: compositional fidelity of phyla and classes in benthic marine associations. *PeerJ*, **11**: e15574. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.15574>.
- Vilas Boas G. S., Sampaio F. J., Pereira A. M. S. 2001. The Barreiras Group in the Northeastern Coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanism and process. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, **73**(3): 417–427. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652001000300010>.
- Vlachos E., Crespo V. D., Ríos Ibañez M., Arnal F. A. M., Gamonal A., Cruzado-Caballero P., González-Dionis J., Guerrero-Arenas R., Sánchez-García A. (eds.). 2023. In: 4th Palaeontological Virtual Congress, *Book of Abstracts*. 378 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/371753458\\_4th\\_Palaeontological\\_Virtual\\_Congress\\_Book\\_of\\_Abstracts\\_Palaeontology\\_in\\_the\\_virtual\\_era](https://www.researchgate.net/publication/371753458_4th_Palaeontological_Virtual_Congress_Book_of_Abstracts_Palaeontology_in_the_virtual_era).
- Vlachos E., Penélope Cruzado-C., Crespo V. D., Ríos Ibañez M., Arnal F. A. M., Herraiz J. L., Gascó-Lluna F., Guerrero-Arenas R., Ferrón H. G. (eds.). 2021. In: 3rd Palaeontological Virtual Congress. *Book of Abstracts*. 304 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357528988\\_3rd\\_Palaeontological\\_Virtual\\_Congress\\_Book\\_of\\_Abstracts\\_Palaeontology\\_in\\_the\\_virtual\\_era](https://www.researchgate.net/publication/357528988_3rd_Palaeontological_Virtual_Congress_Book_of_Abstracts_Palaeontology_in_the_virtual_era).
- Wehr J. D. & Descy J. P. 1998. Use of phytoplankton in large river management. *Journal of Phycology*, **34**(5): 741–749. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1998.340741.x>.
- Whatley R. C. 1988. Population structure of ostracods: some general principles for the recognition of palaeoenvironments. In: Deckker P.de, Colin J. P., Peypouquet J. P. (eds.). *Ostracoda in the earth sciences*. Amsterdam, Elsevier, p. 245–256. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/285529437\\_Population\\_structure\\_of\\_ostracods\\_some\\_general\\_principles\\_for\\_the\\_recognition\\_of\\_palaeoenvironments](https://www.researchgate.net/publication/285529437_Population_structure_of_ostracods_some_general_principles_for_the_recognition_of_palaeoenvironments).

Yasuhara M., Yamazaki H., Irizuki T., Yoshikawa S. 2003. Temporal changes of ostracode assemblages and anthropogenic pollution during the last 100 years, in sediment cores from Hiroshima Bay, Japan. *The Holocene*, **13**(4): 527–536. Doi: <https://doi.org/10.1191/0959683603hl643rp>.

Yilmaz F. & Külköylüođlu O. 2006. Tolerance, optimum ranges, and ecological requirements of freshwater Ostracoda (Crustacea) in Lake Aladag~ (Bolu, Turkey). *Ecological Research*, **21**: 165–173. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11284-005-0121-2>.

## APÊNDICE A

TABELA COM OS VALORES DO GRÁFICO PCOA (COORDENADAS PRINCIPAIS) PARA A ANÁLISE DA DIVERSIDADE DAS AMOSTRAS.

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5	Coord 6	Coord 7	Coord 8	Coord 9	Coord 10	Coord 11	Coord 12	Coord 13
PFL01-D	-0.25705	0.28296	0.5916	-0.2507	0.028012	0.05134	-0.0042905	0.0077707	-3,02E-02	9,38E-01	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL01-R	-0.099275	0.086596	-0.12882	-0.05747	-0.18575	0.045931	-0.027928	-0.0087686	0.077587	0.36028	0.20218	-0.39833	-0.088491
PFL01-T	-0.079604	0.031953	-0.090349	-0.045491	0.0080586	-0.019986	0.048002	0.00071728	-0.057304	-0.20696	0.24386	-0.3586	0.4458
PFL02-D	-0.079604	0.031953	-0.090349	-0.045491	0.0080586	-0.019986	0.048002	0.00071728	-0.057304	-0.20696	0.24456	0.13942	-0.54168
PFL02-R	-0.076788	0.020297	-0.083889	-0.04117	0.027434	-0.0251	0.055357	-0.0063366	-0.060693	-0.0035186	0.13115	-0.20372	0.34554
PFL02-T	-0.076788	0.020297	-0.083889	-0.04117	0.027434	-0.0251	0.055357	-0.0063366	-0.060693	-0.0035186	0.13052	0.072968	-0.32144
PFL03-D	0.17433	0.0047747	0.35061	-0.10155	-0.0248	-0.2737	-0.10881	-0.051178	-0.00029657	-1,37E-01	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL03-R	0.47655	0.25685	0.35853	0.32018	-0.061774	0.020318	-0.0079852	-0.0065469	4,97E-01	-2,29E-02	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL03-T	0.22918	-0.037843	0.082008	0.054266	-0.026055	0.059594	0.1825	0.070783	0.00019193	0.00015276	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL04-D	0.31374	-0.1256	-0.28383	0.20572	0.10343	0.022659	-0.06768	-0.023737	4,43E-01	0.0004475	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL04-R	0.53395	0.20591	-0.29099	-0.36712	0.0010608	-0.013473	0.0061826	0.0063958	-3,69E-01	-0.00017264	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL04-T	0.07035	0.47719	-0.11197	0.062472	0.09175	0.0051427	0.0075757	-0.0022807	-0.00011443	0.00012281	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL05-D	-0.0426	-0.13786	0.016537	0.072242	-0.22384	-0.19636	-0.059003	-0.80298	-0.013713	-0.030577	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL05-R	0.066032	-0.079659	0.069548	-0.51067	-0.09985	0.32699	-0.094579	-0.011601	0.00053654	-0.0041116	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL05-T	-0.042158	-0.14147	-0.029872	-0.059453	-0.22598	-0.72869	-0.069186	0.45992	-0.001647	0.0017832	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL06-D	-0.053303	-0.14674	-0.023602	0.039156	-0.09289	0.077076	-0.016269	0.00063594	0.29634	-0.20015	0.16819	-0.032662	0.079099
PFL06-R	-0.055206	-0.11072	-0.089443	-0.04431	0.56344	0.11174	-0.51251	0.095446	-0.0052152	-0.014044	0.18429	0.0064416	0.0028351
PFL06-T	-0.037103	-0.13473	-0.071653	0.013531	0.1536	0.054722	0.72117	0.032542	0.0034133	0.041733	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF01-D	-0.093836	0.074942	-0.11929	-0.056577	-0.12755	0.025303	-0.0053227	0.0063737	0.028096	-0.21267	0.14647	0.66002	0.15431
PRF01-R	-0.059192	-0.091206	-0.039125	0.0106	0.0023974	0.01803	0.033016	-0.030939	0.12413	0.76747	0.196	0.2769	0.05323
PRF01-T	-0.063551	0.05367	0.07181	0.52536	0.20911	-0.027709	-0.08426	0.00024824	0.00087868	-0.00081046	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF02-D	-0.03931	-0.13254	0.17523	0.20068	-0.19463	0.37564	0.059488	0.33182	-0.0011786	0.00084249	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF02-R	-0.052232	-0.15938	-0.020881	0.04578	-0.12126	0.098058	-0.028361	0.0058873	-0.83447	-0.038319	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF03-R	-0.057197	-0.16626	0.15579	-0.15141	0.57102	-0.2083	0.21013	-0.11265	0.0034908	-0.005051	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF03-T	-0.053303	-0.14674	-0.023602	0.039156	-0.09289	0.077076	-0.016269	0.00063594	0.29634	-0.20015	0.19089	0.20731	0.29699
PRF04-D	-0.053303	-0.14674	-0.023602	0.039156	-0.09289	0.077076	-0.016269	0.00063594	0.29634	-0.20015	0.18905	-0.2989	-0.39501
PRF05-T	-0.052117	-0.15867	0.0027295	0.033878	-0.13344	0.069279	-0.28379	0.018007	0.023852	0.16027	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF06-R	-0.38841	0.52738	-0.26433	0.081726	-0.036949	-0.027066	-0.00063221	-0.0021758	-0.0017304	-0.0036804	0.18429	0.0064416	0.0028351
PRF06-T	-0.052213	-0.15859	-0.0049201	0.028696	-0.054256	0.049507	-0.023637	0.026988	-0.056892	-0.0023111	0.18429	0.0064416	0.0028351