



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ABAETETUBA
FACULDADE DE FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO CAMPO
CURSO DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

INGRID CARDOSO SOARES

**ESTUDO DA BIODIVERSIDADE DA FAUNA BENTÔNICA EM AMBIENTES
PRAIANOS: o caso da Praia da Grande Frexeira na Vila de Beja, Abaetetuba-PA**

ABAETETUBA - PA
2024

INGRID CARDOSO SOARES

**ESTUDO DA BIODIVERSIDADE DA FAUNA BENTÔNICA EM AMBIENTES
PRAIANOS: o caso da Praia da Grande Frexeira na Vila de Beja, Abaetetuba-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia, pela Universidade Federal do Pará - Campus de Abaetetuba.

Orientador(a): Profa. Dra. Eliana Teles

Coorientador(a): Me. Aelton Dias Costa

ABAETETUBA -PA

2024

**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)**

S676e Soares, Ingrid Cardoso.
Estudo da biodiversidade da fauna bentônica em ambientes
praianos: o caso da praia grande Freixeira na vila de Beja,
Abaetetuba-PA / Ingrid Cardoso Soares. — 2024.
55 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Eliana Teles Rodrigues
Coorientador(a): Prof. Me. Aelton Dias Costa
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do
Pará, Campus Universitário de Abaetetuba, Tecnologia em
Agroecologia, Abaetetuba, 2024.

1. Ecossistemas fluviais. 2. Transectos;. 3. Registros. 4.
Água de lastro. 5. Espécies invasoras. I. Título.

CDD 639.9

INGRID CARDOSO SOARES

**ESTUDO DA BIODIVERSIDADE DA FAUNA BENTÔNICA EM AMBIENTES
PRAIANOS: o caso da Praia da Grande Frexeira na Vila de Beja, Abaetetuba-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia, pela Universidade Federal do Pará - Campus de Abaetetuba.

Orientador(a): Profa. Dra. Eliana Teles

Coorientador(a): Me. Aelton Dias Costa

Data de aprovação: 29/11/2024

Conceito: Excelente

Banca Examinadora

Orientadora

Profa. Dra. Eliana Teles - UFPA - Campus de Abaetetuba

Examinador Externo

Prof. Dr. Cleidson Paiva Gomes - IFPA- Campus Bragança

Examinadora Externo

Profa. Dra. Rita Denise de Oliveira – FGC/UFPA

Examinador Interno

Dr. Ricardo Eduardo de Freitas Maia - UFPA - Campus de Abaetetuba

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa o resultado de uma jornada acadêmica desafiadora e enriquecedora, na qual contei com o apoio indispensável de muitas pessoas que estiveram ao meu lado ao longo dessa trajetória.

Agradeço, primeiramente, a Deus e à Virgem Maria, pela força, proteção e luz durante todo esse percurso. Em seguida, expresso minha gratidão a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Agradeço, com todo o meu carinho, à minha família. Aos meus pais, Maria Luiza e Simeão Soares, que foram meu alicerce durante todos esses anos de graduação. Embora eu não more mais com eles, nunca me faltaram apoio, palavras de incentivo e gestos de amor. Mesmo enfrentando dificuldades, não mediram esforços para me ajudar, inclusive contribuindo com a compra do computador que utilizei para realizar este trabalho. Toda a minha dedicação é por vocês e para vocês. Agradeço também aos meus irmãos, que embarcaram comigo literalmente nessa jornada. Ao meu irmão Beto, cuja inspiração foi essencial para que eu visse sentido nessa pesquisa; como eu gostaria que ele estivesse presente no dia da minha defesa, mas compreendo sua ausência por motivo de trabalho. Ao meu irmão Gerson, que mesmo com tantos compromissos, se dedicou a me levar para coletar os dados da pesquisa em nossa segunda ida à área de estudo. Obrigada, de coração. <3

À Priscila e à sua mãe, meu mais profundo e sincero agradecimento. Em muitos momentos difíceis, foram o apoio que me sustentou especialmente nas despesas com passagens e viagens acadêmicas, que sem a ajuda de vocês, eu talvez não tivesse conseguido realizar.

Priscila, você é o amor da minha vida, não encontro palavras suficientes para expressar o quanto sou grata por tudo que fez e faz por mim, você sempre acreditou no meu potencial, mesmo quando eu mesma duvidava. Este trabalho também é seu, porque sem o seu apoio, incentivo e amor, eu não teria chegado até aqui. Obrigada por ser luz nos meus dias, por caminhar ao meu lado, por nunca soltar minha mão. A você e à sua mãe, que tanto me acolheu, meu eterno carinho e reconhecimento. Levo vocês comigo em cada conquista.

Aos meus amigos que a graduação me deu: Renann Pureza, que desde 2019, ainda que nossa amizade tenha começado com uma briga (rs), tornou-se uma parceria valiosa em tantos trabalhos e seminários. Mesmo com altos e baixos, sei que posso contar com você.

Adrielle, que mesmo com nossas trocas de farpas de vez em quando (kk), sempre manteve o pensamento positivo e o bom humor, acalmando a todos e enrolando também (kkk).

Suzane, parceira de conversas infinitas, com seu jeito único e divertido.

Nilvana, que conheço desde 2016, mas com quem só nos aproximamos de verdade nos últimos semestres, alguém que me fez rir tanto com suas histórias e que admiro profundamente pela sua força e generosidade.

Obrigada por tudo, meus amigos. Amo vocês demais!

À minha orientadora, Profa. Dra. Eliana Teles, agradeço por confiar em mim e me incentivar durante todo o desenvolvimento desta pesquisa. Sua orientação foi essencial para meu progresso e sucesso até o momento.

Ao meu coorientador, Me. Aelton Dias, minha profunda gratidão pela paciência, disponibilidade e dedicação ao longo da escrita deste trabalho. Você foi excepcional em todos os momentos. Obrigada pelos valiosos ensinamentos.

À Universidade Federal do Pará, pela oportunidade de formação, pelas vivências e aprendizados adquiridos ao longo desses anos.

Aos professores da FADECAM, Roberta e Ricardo, por todo o esforço e empenho para garantir que a nossa turma pudesse concluir as disciplinas com qualidade.

Ao Laboratório de Cartografia Social e Geoprocessamento do Baixo Tocantins (Labcart), por todos os ensinamentos em geotecnologias, que foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos vocês, meu mais sincero e emocionado agradecimento.

MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

A macrofauna bentônica desempenha um papel essencial nos ecossistemas aquáticos, com riqueza e diversidade influenciadas por fatores ambientais, porém, no norte do Brasil, essas comunidades permanecem pouco estudadas, o que dificulta a conservação de habitats ricos em biodiversidade. Este trabalho teve como objetivo registrar e georreferenciar a distribuição da macrofauna bentônica na Praia da Grande Frexeira, localizada na Vila de Beja, Abaetetuba-PA, para compreender possíveis alterações nos ecossistemas fluviais. A pesquisa incluiu a utilização de transectos e registros fotográficos realizados durante a maré baixa, permitindo uma documentação visual detalhada dos organismos observados. Apesar da ausência de análises laboratoriais que confirmassem a identificação do organismo como corais ou esponjas, os resultados indicaram a presença de vários organismos com determinadas cores, textura, formatos e tamanho, como também as variações na abundância da macrofauna durante os dias da pesquisa, sugerindo impactos ambientais. A pesquisa também identificou a presença do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), uma espécie invasora, destacando a necessidade de monitoramento e manejo para proteger a biodiversidade nativa.

Palavras-chave: ecossistemas fluviais; Transectos; Registros; Água de lastro; Espécies invasoras.

ABSTRACT

The benthic macrofauna plays a key role in aquatic ecosystems, with its richness and diversity influenced by environmental factors. However, in northern Brazil, these communities remain poorly studied, making it difficult to conserve habitats rich in biodiversity. This study aimed to record and georeference the distribution of benthic macrofauna at Praia da Grande Frexeira, located in Vila de Beja, Abaetetuba-PA, in order to understand possible changes in fluvial ecosystems. The research involved the use of transects and photographic records taken during low tide, allowing for detailed visual documentation of the observed organisms. Although laboratory analyses to confirm the identification of the organisms as corals or sponges were not conducted, the results indicated the presence of various organisms with distinct colors, textures, shapes, and sizes, as well as variations in macrofaunal abundance during the fieldwork days, suggesting environmental impacts. The study also identified the presence of the golden mussel (*Limnoperna fortunei*), an invasive species, highlighting the need for monitoring and management to protect native biodiversity.

Keywords: fluvial ecosystems; transects; records; ballast water; invasive species.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	10
2.1 Local da pesquisa, contexto ambiental e geomorfológico da região	10
2.2 Métodos e técnicas	13
2.3 Procedimento de amostragem.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.5 Ameaças e alterações na vida aquática da região	20
3.6 Introdução de espécies invasoras e seus efeitos no ecossistema aquático via água de lastro no Rio Tocantins.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Descrição dos dados coletados na área do estudo	27
4.1.1 Transecto I	29
4.1.1.1 Transecto II	35
CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A macrofauna bentônica é composta por diversos organismos que habitam o fundo de corpos d'água, como os corais do filo Cnidária, as esponjas do filo Poríferas e os moluscos do filo Mollusca e outros invertebrados, esses organismos desempenham um papel fundamental nos ecossistemas aquáticos, variado em riquezas e diversidades em diferentes regiões, principalmente entre zonas tropicais e subtropicais. Fatores ambientais, como salinidade, temperatura e as características do substrato, influenciam a distribuição e estrutura dessas comunidades ao longo do tempo (Neves;Valentin, 2011).

Estudos mostram que a estrutura das comunidades bentônicas está diretamente relacionada ao tipo de sedimento e ao teor de matéria orgânica, evidenciando a importância de variáveis ambientais na composição e preservação desses ecossistemas (Pires-Vanin *et al.*, 2011). No norte do Brasil, essas comunidades são menos estudadas, o que torna as pesquisas nessas regiões cruciais para o avanço do conhecimento e a conservação de habitats ricos em biodiversidade.

Uma pesquisa realizada por Moraes (2017) investigou a composição e estrutura de macroinvertebrados sésseis que colonizam o *Sargassum*, um tipo de alga pelágica, ao longo da costa amazônica, no Pará. O estudo identificou diversos táxons associados ao *Sargassum*, incluindo representantes dos filos Arthropoda, Mollusca e Cnidária no qual os corais são pertencentes, com destaque também para anêmonas da família Actinídea, do filo Cnidária, que foram os organismos mais abundantes, representando 67% da fauna associada. Esses dados indicaram que as condições locais, como a estrutura do *Sargassum natans* e as características oceânicas da região, favoreceram a colonização de organismos específicos, sugerindo uma relação estreita entre a estrutura da alga e a biodiversidade associada. A proliferação de organismos sésseis no *Sargassum* em mar aberto reflete a capacidade dessas comunidades de se adaptarem a um ambiente dinâmico e complexo, como a costa amazônica.

Francini-Filho *et al.*, (2018) destacam que os organismos marinhos como os corais que formam diversidades de ecossistemas ricos em cores e formatos, são principalmente essenciais para a saúde dos oceanos e para manter os habitats existentes. O sistema de recifes amazônicos em especial, conhecido como *Great Amazon Reef System* (GARS), localizado na foz do Rio Amazonas, se destaca pela adaptação de corais, esponjas e rodólitos a um ambiente com mistura de água doce e salgada e baixos níveis de luz, devido aos sedimentos

do rio. Corais nessas regiões vivem em profundidades de até 220 metros, utilizando microalgas quimiossintetizantes e captura de plâncton como fonte de alimento, desempenhando um papel crucial na conectividade ecológica (Francini-Filho *et al.*, 2018). Com isso, os ecossistemas marinhos, como os recifes de corais, desempenham um papel vital para a saúde dos oceanos, especialmente no sistema de recifes amazônicos. No entanto, para o monitoramento desses ecossistemas e a avaliação da biodiversidade bentônica, o uso de geotecnologias tem se destacado como uma ferramenta inovadora proporcionando contribuições importantes para a gestão e preservação ambiental.

De acordo com Souza *et al.* (2016) o uso das geotecnologias se destaca como uma ferramenta inovadora para a gestão, ampliando as percepções geográficas permitindo o monitoramento de diferentes tipos de organismos bentônicos. Além disso, essas tecnologias fornecem subsídios para o desenvolvimento de estratégias de planejamento e preservação, possibilitando a análise de aspectos paisagísticos, físicos e biológicos em relação à exploração.

Recursos tecnológicos são essenciais no planejamento e monitoramento de restaurações ambientais, utilizando tecnologias para coleta e análise de dados espaciais, dados de sensoriamento remoto, como os do satélite *Landsat*, oferecem uma visão histórica extensa, embora com resolução espacial limitada, para detalhes mais finos, imagens de alta resolução complementam a análise. A integração desses dados em sistemas de informação geográfica permite a criação de mapas temáticos temporais, facilitando o monitoramento e reduzindo custos de campo (Alvarez;Araújo, 2011).

Segundo Arantes e Seoane (2017), a utilização de bases de dados em Sistema de Informação Geográfica (SIG) na modelagem ambiental de sistema recifal permite uma análise detalhada das condições e características desses ecossistemas, possibilitando uma avaliação mais precisa da distribuição espacial, além de fornecer subsídios para a gestão e conservação dessas áreas, que são ecologicamente sensíveis e vulneráveis a diversas pressões ambientais. Contudo, à medida que esses recursos tecnológicos avançam, também é crucial observar os efeitos das mudanças climáticas, que estão alterando significativamente a distribuição das espécies marinhas.

Observa-se que o aquecimento global está fazendo com que muitas espécies marinhas alterem suas faixas de distribuição devido às mudanças nas condições ambientais. No entanto,

destaca-se que projetar a futura biodiversidade marinha e as alterações na extensão dos habitats é um desafio complexo devido às inúmeras incógnitas envolvidas (Hodapp et al., 2023).

Uma das motivações para desenvolver este trabalho foi o fato de haver escassez de pesquisas que evidenciam a existência de organismos da macrofauna bentônica na área da pesquisa, uma vez que podem estar ameaçados com mudanças climáticas, como também poluição e a expansão de grandes empreendimentos, como os portos que fazem tráfegos de grandes barcaças. Com isso, futuramente ocorrerá o desaparecimento desses ecossistemas presentes no local, uma realidade que pode atingir populações que dependem dos recursos marinhos ligados a esses bioindicadores. Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo registrar a distribuição da macrofauna bentônica na Praia da Grande (Frexeira), em Vila de Beja, município de Abaetetuba, com o intuito de compreender possíveis alterações nos sistemas ecológicos fluviais, por meio do levantamento e georreferenciamento em ambiente praiano.

2 METODOLOGIA

2.1 Local da pesquisa, contexto ambiental e geomorfológico da região

O Baixo Tocantins é caracterizado por ambientes de transição entre sistemas fluviais e marinhos, que influencia diretamente a distribuição dos organismos bentônicos na região e possui extensas áreas de manguezais, praias de maré, bancos de areia e sedimentos que variam entre argilas e areia, juntos são ideais para o estudo da fauna bentônica, pois oferecem condições específicas que influenciam a presença e a distribuição desses organismos.

A geomorfologia é moldada pela interação de processos fluviais, marinhos e tectônicos, que, ao longo do Holoceno, transformaram a foz do Rio Tocantins em um ambiente complexo e dinâmico. Segundo Ribeiro (2022) o Rio Tocantins alterou seu curso principal no final do Pleistoceno, afastando-se da Bacia Amazônica e traçando uma nova rota em direção ao Atlântico, o que foi essencial para a configuração geomorfológica atual, esse redirecionamento, aliado a eventos de neotectônica que causaram a subsidência gradual da área, promoveu a deposição de sedimentos e a formação de canais costeiros. Esses processos resultaram na criação de um sistema de ilhas costeiras com manguezais e canais de maré, caracterizando um ambiente estuarino.

De acordo com Ribeiro e Valadão (2021), a interação entre fluxos marinhos e fluviais no Estuário Superior do Rio Pará molda a geomorfologia local, formando substratos variados que influenciam a fauna bentônica. Essa dinâmica gera variações significativas de substratos, como bancos de areia e áreas de deposição de sedimentos.

A escolha dos pontos de amostragem e a aplicação da metodologia do transectos foram realizadas considerando essa diversidade de substratos, que varia em função das mudanças geomorfológicas ao longo da praia da Frexeira. Tais características geomorfológicas permitem observar como a interação entre a distribuição e a colonização da fauna bentônica, incluindo possíveis corais e esponjas.

A pesquisa foi desenvolvida na praia da grande Frexeira no distrito de Vila de Beja, localizada nas coordenadas 1°.62118 S. -48°.80600 W no município de Abaetetuba, na região nordeste do estado do Pará. A colonização do município de Abaetetuba começou no distrito de Vila de Beja, por volta de 1635, quando padres capuchinhos do Convento do Una, em Belém, após explorarem os rios da região, estabeleceram contato com uma aldeia de tribos indígenas nômades. O local, inicialmente chamado de "Samaúma", foi renomeado como "Beja" pelo governador Francisco Xavier de Mendonça Furtado, embora Francisco de Azevedo Monteiro seja frequentemente apontado como o fundador, ele chegou posteriormente para reivindicar a posse da terra como dono de uma sesmaria. Já em 1724, ele fundou uma pequena vila às margens do rio Maratauíra, em uma área protegida pela ilha de Sirituba e próxima ao sítio Campompema e à Ilha da Pacoca (Prefeitura de Abaetetuba, 2012).

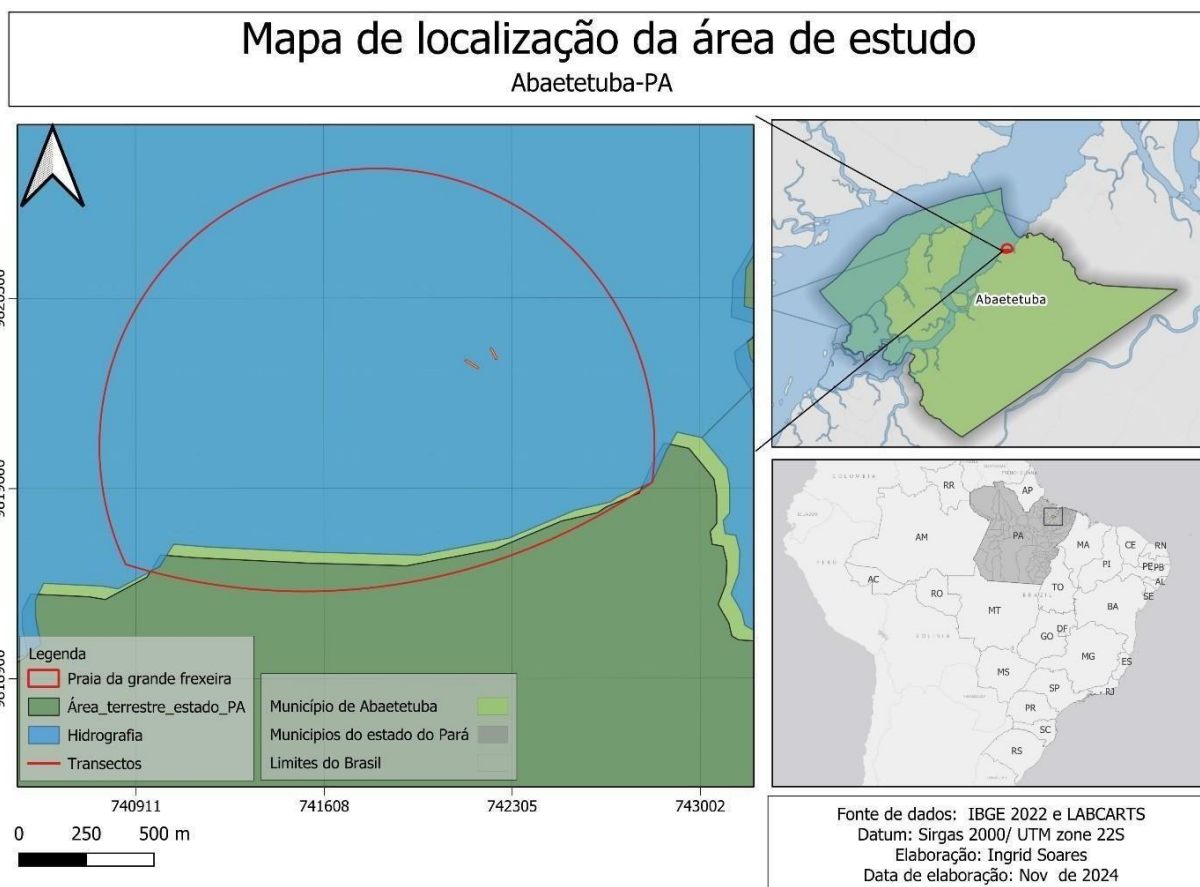
A área territorial de Abaetetuba é caracterizada por uma ampla rede hidrográfica, com vários trechos navegáveis. É banhada por importantes cursos d'água, como a Baía do rio Pará, que faz limite a noroeste com os municípios de Muaná e Ponta de Pedras, no arquipélago do Marajó, o rio Abaeté, que atravessa a sede do município e deságua na Baía do Capim, e o rio Arienga, que delimita a fronteira com o município de Barcarena (Nascimento, 2021).

Além desses cursos d'água, centenas de outros menores recortam uma extensa faixa insular de aproximadamente 70 ilhas, tendo como principal transporte as rabetas, canoas e barcos, situada na zona Guajarina, à margem direita da foz do rio Tocantins. Abaetetuba tem o clima tropical úmido, dispõe de praias encantadoras para quem busca destinos de férias, como a famosa praia de Beja, localizada às margens do rio Pará, que se destaca como um ponto de

água doce e atrai os visitantes com sua beleza natural. Durante o mês de julho, o local se transforma em um dos destinos mais populares do verão paraense, recebendo mais de 80 mil pessoas a cada fim de semana. Outras praias da região, como Guajará de Beja e a Ilha de Capim, atraem os turistas para o ecoturismo, com trilhas em meio à mata e paisagens deslumbrantes (Prefeitura de Abaetetuba, 2012).

Além da praia principal, a Vila de Beja abriga a tranquila praia da Frexeira, localizada a 2,12 km da praia principal, com uma paisagem exuberante e pouco frequentada pelos turistas, mas bastante conhecida pelos moradores e pescadores locais. Ela possui uma diversidade natural de frutíferas como: Açaí (*Euterpe oleracea*), Murici (*Byrsonima crassifolia*), Juru (*Chrysobalanus icaco*), Miriti (*Mauritia flexuosa*) e outras; conta também com várias espécies de animais terrestres e aquáticos. A Frexeira é banhada pelas águas do rio Arapiranga de Beja, e para chegar até a praia, o acesso é feito somente através de barcos e rabetas. O mapa abaixo mostra a localização da área do estudo.

Figura 01 - Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

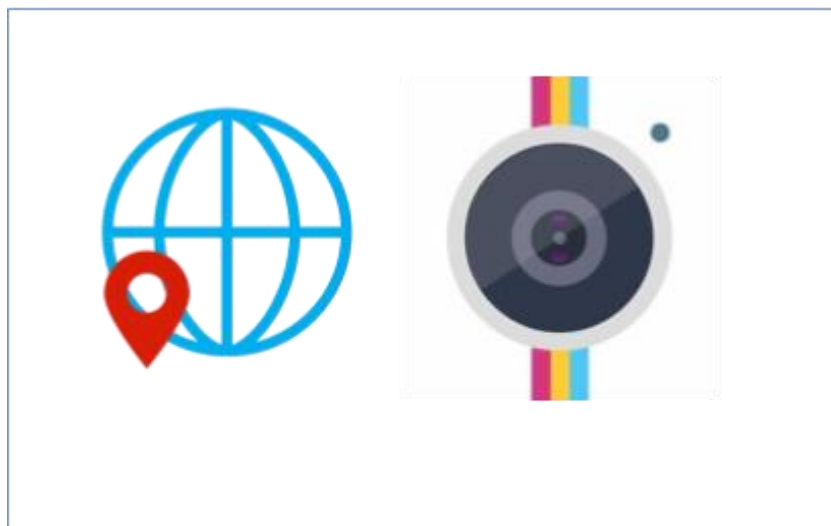
2.2 Métodos e técnicas

A pesquisa toma por abordagem qualitativa e quantitativa do tipo estudo de caso, tendo como fontes secundárias o levantamento bibliográfico em plataformas, revistas e periódicos em torno das temáticas de fauna aquática em zonas de entre marés da Amazônia. Ainda aborda, sistemas ecológicos fluviais e fluviomarinhos, alterações ecológicas e bioindicadores de desequilíbrios em ambientes estuarinos.

Adotou-se como técnicas de levantamento de dados em campo o georreferenciamento e registros fotográficos de ecossistemas aquáticos, observados através de transectos traçados na praia da Frexeira. Para tanto, foram utilizadas tecnologias de Sistemas de Informação Geográfica - SIG, com ênfase para os aplicativos UTM Geo Map e *Times Tapp Câmera*, cuja aplicação permite o registro fotográfico em aparelho celular com sistema operacional Android e câmera embutida, acompanhado de coordenadas geográficas, garantindo dessa forma um

registro fotográfico georreferenciado. Tal aplicação com acesso aos dispositivos móveis de sistemas android tem popularizado e reduzido custos de levantamento em campo, sendo sua escolha uma importante estratégia para realização de pesquisa e levantamento por sua facilidade de acesso e usabilidade.

Figura 2 - Imagem da interface dos aplicativos UTM Geo Map e *TimesTamp* Câmera.



Fonte: Repositório Do Google Play (2024)

2.3 Período de amostragem

A realização da pesquisa se deu em setembro de 2024, com a primeira visita na área de estudo, com a utilização dos aplicativos UTM Geo Map e *Times Tamp Câmera* foram feitos os primeiros registros dos organismos presente na praia da Frexeira, já em outubro de 2024 adotou-se a metodologia dos transectos. O método de transecto é uma técnica científica usada para investigar a distribuição espacial de organismos e características ambientais em áreas específicas, permitindo avaliar gradientes e variações ao longo de uma linha amostral. Essa metodologia se consolidou ao longo do século XX como uma prática padrão em estudos ecológicos de campo, dada sua eficiência em captar padrões ecológicos e mudanças ambientais (Southwood; Henderson, 2000).

A realização dos transectos ocorreu ao longo da praia da Frexeira, realizado durante o período de maré baixa, quando a maré atinge seu nível mais raso, entre setembro e outubro de 2024, um período caracterizado por baixa precipitação na região. Esse período foi escolhido

para garantir a maior visibilidade e acesso às áreas interditais, facilitando a observação direta dos organismos.

De acordo com Murray, Ambrose e Dethier (2006), uma grande variedade de unidades de amostragem pode ser usada para estudos de campo na zona entremarés as unidades mais comuns incluem transectos de linha, parcelas ou quadrados. A escolha da unidade amostral depende dos objetivos do programa amostral, especialmente das espécies a serem amostradas, não houve a realização de uma análise taxonômica detalhada. Assim, as classificações aqui apresentadas referem-se à possibilidade de serem corais ou esponjas, com base em literatura consultada e observações visuais.

2.4 Procedimento de amostragem

Foram realizados 2 transectos paralelos, com 40 metros de comprimento cada, iniciando-se da direção da praia até a margem do rio. A cada 10 metros ao longo dos transectos, foram estabelecidos 5 pontos de amostragem (0 m, 10 m, 20 m, 30 m e 40 m), totalizando 15 pontos no estudo, em cada ponto, utilizou-se um quadrante de 1 m² para a delimitação da área de coleta de dados. Conforme descrito por Philippoff e Cox (2008) transectos e quadrantes são ferramentas ecológicas que permitem quantificar a abundância relativa de organismos em uma área, essas ferramentas ajudam a monitorar mudanças ao longo do tempo e possibilitam comparações entre locais, com transectos sendo marcados em intervalos regulares e quadrantes feitos com materiais simples, como tubos de PVC, corda ou arame.

Dentro de cada quadrante, foram observados e registrados fotograficamente os indivíduos da macrofauna visíveis para complementar a descrição visual dos organismos presentes, e classificá-los em categorias de **cor**, **textura** e **quantidade**, durante a pesquisa foi utilizado um quadrante de corda. Os dados foram organizados em uma tabela para posterior análise quantitativa e qualitativa, conforme o modelo apresentado a seguir:

Quadro 1 — **Ponto (m)**: Indica os pontos de amostragem ao longo do transecto (0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m); **Área do Quadrante (m²)**: Indica o tamanho padrão do quadrado de amostragem utilizado (neste caso, 1 m²); **Tipo de organismo**: espaço para identificar os organismos observados; **Quantidade**: espaço para registrar os organismos observados; **Cor, Textura e Tamanho**: campo para descrever as características visíveis dos organismos; **Registro fotográfico**: um campo simples para indicar se foi feita uma foto para complementar a descrição.

Ponto (m)	Área do Quadrante (m ²)	Grupo de Organismo	Tipo de Organismo	Quantidade	Cor	Textura	Registro fotográfico (Sim/Não)
0	1 m ²	Fauna bentônica					
10	1 m ²	Fauna bentônica					
20	1 m ²	Fauna bentônica					
30	1 m ²	Fauna bentônica					
40	1 m ²	Fauna bentônica					

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As coordenadas de cada ponto amostral foram registradas durante a coleta de campo e, em seguida, foram associadas às observações de organismos para criar camadas de informações geoespaciais, permitindo a visualização da concentração de possíveis corais e esponjas ao longo da praia. Os dados levantados foram geoprocessados no software Qgis versão 3. 22. 4 onde elaborou-se os produtos cartográficos juntamente com a aquisição de imagens de satélite extraídas da plataforma Copernicus: da Missão Sentinel 2 do período de setembro de 2023.

O Sentinel-2 é uma missão europeia de imagens multiespectrais de alta resolução e ampla faixa, composta por dois satélites gêmeos voando na mesma órbita, mas em fase de 180°, é projetada para dar uma alta frequência de visita de 5 dias no Equador. Carrega uma carga útil de instrumento óptico que coleta amostras de 13 bandas espectrais: quatro bandas a 10 m, seis bandas a 20 m e três bandas a 60 m de resolução espacial. No caso da pesquisa em questão utilizou-se as bandas 1, 2 e 3 correspondentes às faixas de cores reais cuja resolução espacial chega a 10m.

Outro relevante instrumento de campo utilizado é o registro fotográfico na pesquisa, cuja aplicação tem um importante papel como ferramenta metodológica de levantamento de dados, segundo Leão (2024) ao observar sua aplicação na elaboração de inventariamento florestal demonstra como as fotografias são importantes instrumentos de registro, organização e processamento de dados.

Podemos apontar que ao longo de sua história, a fotografia apresenta ao menos cinco funções: arquivar, ordenar, modernizar os saberes e ilustrar (Reis; Dantas, 2014, p. 12-16). Dessa forma, a fotografia pode ser apresentada como um instrumento de grande importância pedagógica e muitas vezes essencial para diversas áreas de ensino” (Borges; Aranha; Sabino, 2010, p. 150), agindo como um olho sintético aguçando a aprendizagem da leitura de detalhes tão importantes nas ciências.

Ao aprimorar a percepção dos detalhes no ato de ler não apenas com a leitura observável pelos olhos em um dado momento, mas ler a fotografia, faz deste instrumento uma importante ferramenta no ensino e na pesquisa. E ainda conforme Leão (2024, p. 50), “a fotografia não é só apertar o botão de disparo, ela requer alguns cuidados e treinamentos para aprimorar a qualidade da imagem”. Neste sentido, é importante levar em consideração não somente o potencial da lente, mas a técnica, o enquadramento do objeto, assim como a incidência da luz no objeto, dentre outros. No entanto, em situações de baixa disponibilidade de recursos profissionais, o uso de dispositivos móveis tem apresentado uma interessante via alternativa para o registro em campo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Biodiversidade Recifal nas Costas Brasileiras: Conectividade e adaptação frente a mudanças ambientais

A plataforma brasileira como um todo, incluindo a costa norte, sul e leste, exhibe variações significativas em sua biodiversidade. A costa sul é marcada por ecossistemas como leitos de ervas marinhas e recifes de coral, a costa norte destaca-se pela presença de grandes volumes de sedimentos fluviais, limitando o desenvolvimento de recifes de corais superficiais, mas promovendo a existência de recifes profundos, além de abrigar uma vasta diversidade de esponjas marinhas. A costa norte brasileira, caracterizada por sua grande influência do rio

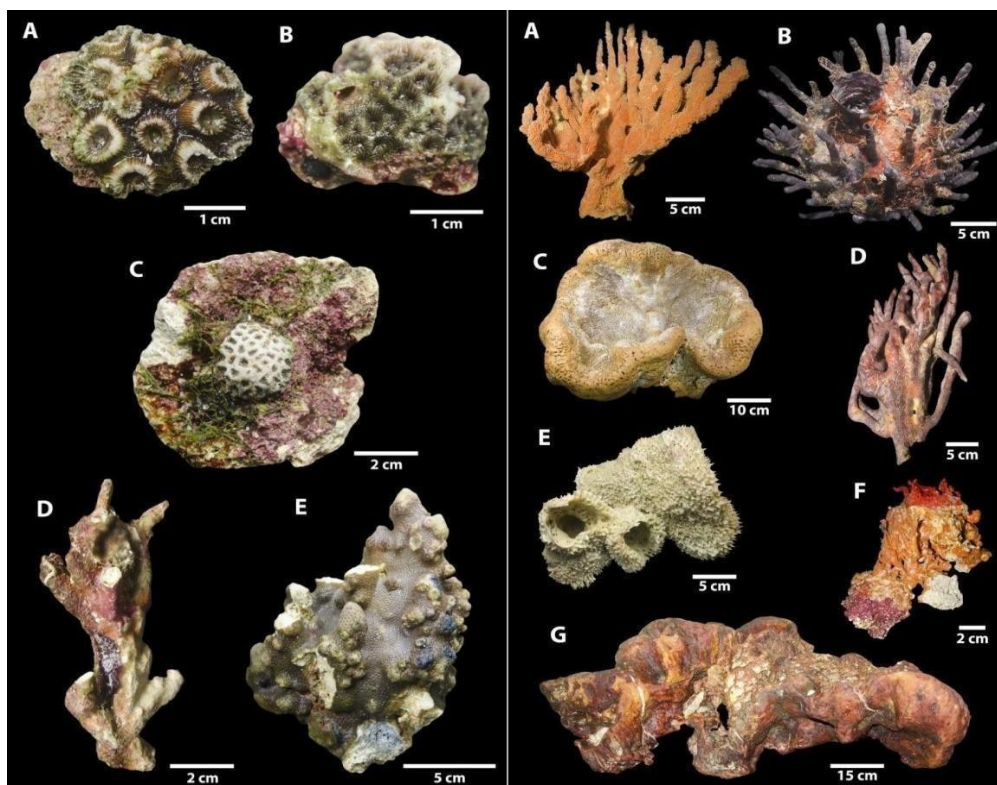
Amazonas, apresenta ecossistemas ricos, mas ainda pouco explorados, essa área é dominada por grandes descargas de água doce e sedimentos, que afetam diretamente a salinidade e a luminosidade da região, resultando em uma biodiversidade única. Manguezais, planícies de maré são habitats comuns, que abrigam uma variedade de espécies, muitas das quais ainda não foram completamente estudadas, a influência do rio Amazonas cria barreiras oceanográficas, limitando a dispersão de espécies marinhas, como corais rasos e esponjas, mas também permite

a adaptação de outras espécies. Além disso, há um grande potencial para a descoberta de novas espécies devido à conectividade biológica existente entre a região norte do Brasil e o Caribe (Miloslavich *et al.*, 2011). Contudo, ainda há muito a ser descoberto sobre a biodiversidade dessa área, especialmente em termos de conectividade ecológica e espécies ainda não descritas.

Segundo Moura *et al.* (2016), a descoberta de um sistema recifal extenso na foz do rio Amazonas, caracterizado por grandes áreas de rodolitos e uma rica biodiversidade de esponjas, hidrocorais e outros organismos marinhos. Embora essa área seja marcada por uma alta turbidez e grandes quantidades de sedimentos, o ecossistema prospera em condições de baixa luminosidade, o estudo também ressalta que o ambiente oferece um corredor de conectividade biológica para diversas espécies, com processos metabólicos específicos sustentados pela oxiclina entre a pluma de água doce e a água oceânica. Essa característica é de suma importância, pois os recifes tropicais mostram as condições subótimas de formação de recifes.

Portanto, esses recifes que sobrevivem em ambientes subótimos são importantes, pois fornecem informações valiosas sobre como os corais e outras espécies recifais podem lidar com condições ambientais adversas, que estão se tornando mais comuns devido às mudanças climáticas e à interferência humana. De acordo com o estudo, esse sistema recifal é composto por esponjas, rodolitos e corais. A figura abaixo mostra as espécies encontradas durante a pesquisa.

Figura 3 — Amostras de corais e esponjas recolhidos da foz do Rio Amazonas. Corais à esquerda, espécies: (A) *Montastraea cavernosa*; (B) *Agaricia humilis*; (C) *Favia gravida*; (D) *Millepora sp.*; (E) *Madracis decactis*. As esponjas que estão à direita: (A) *Clathria nicoleae*; (B) *Oceanapia bartschi*; (C) *Agelas clathrodes*; (D) *Aplysina fulva*; (E) *Callyspongia vaginalis*; (F) *Monanchora arbuscula*; (G) *Geodia neptuni*



Fonte: Arquivo suplementar Science Advances (2016).

Dentro desse contexto recifal, o Parque Estadual Marinho de Manuel Luís, localizado a aproximadamente 86 km da costa do Maranhão, tem um dos pontos de maior relevância na conservação de recifes de corais no Brasil. Como relatado por Marcos Pivetta (2016) o parque, que abriga um sistema recifal com profundidades variando de 15 a 45 metros e que cobre cerca de 69 km², é notável não só por sua biodiversidade, mas também por seu histórico de naufrágios, com cerca de duzentas embarcações naufragadas entre os séculos XVI e XX. Além disso, este parque representa o ponto mais ao norte do litoral brasileiro onde há ocorrência de recifes de corais, o que ressalta sua importância ecológica e a necessidade de preservação, já que as condições ambientais dessa área são únicas e fundamentais para a manutenção da biodiversidade recifal.

No entanto, um estudo conduzido por Cordeiro *et al.* (2015) desafia a visão amplamente aceita de que a distribuição dos corais no Brasil se limita ao Parque Manuel Luís, ao sul da foz do rio Amazonas. A pesquisa identificou a presença de um ambiente recifal mais profundo, que se estende por mais de 550 km ao norte dessa área, próximo à foz do rio Amazonas, com registros de 38 espécies de corais, em profundidades de até 125 metros, o estudo defende a

existência de ecossistemas de corais mesofóticos, que podem ter um papel importante na conectividade entre as populações de corais do Brasil e Caribe. Isso abre novas possibilidades para o entendimento das rotas de dispersão e adaptação desses organismos, sugerindo que a foz do Amazonas, está longe de ser uma barreira absoluta, ou seja, pode permitir uma certa continuidade biológica entre essas regiões.

Apesar de sua resiliência, recifes de corais são extremamente vulneráveis às mudanças climáticas e às atividades humanas. Brito *et al.* (2019) alerta para os impactos do aquecimento global no litoral nordestino do Brasil, onde o aumento das temperaturas oceânicas tem causado branqueamento de corais, afetando especialmente espécies endêmicas. Esse fenômeno, que se intensificou nos últimos 20 anos, também atinge a região amazônica, onde atividades humanas como pesca, turismo e poluição têm contribuído para a degradação desses ecossistemas.

O branqueamento de corais, como explica Hoegh-Guldberg (1999), ocorre quando a temperatura da água ultrapassa o limite de tolerância dos corais e de suas zooxantelas, que são seus simbiontes fotossintéticos. Quando submetidas a altas temperaturas, as zooxantelas são expelidas dos corais, resultando no seu branqueamento, a perda prolongada das zooxantelas pode levar à morte dos corais, como já foi observado em várias partes do mundo, em especial nos últimos anos, quando o aumento das temperaturas oceânicas tem sido mais acentuado. Esse processo representa uma ameaça grave para os recifes, que não apenas perdem biodiversidade, mas também as funções ecológicas que sustentam comunidades marinhas inteiras.

Em um contexto global, Hughes *et al.* (2003) alerta que os impactos humanos nos recifes estão se tornando cada vez mais diversos e frequentes, colocando esses ecossistemas em risco. As projeções para os próximos 50 anos indicam que o aumento do dióxido de carbono e das temperaturas oceânicas podem ultrapassar as condições ambientais que sustentaram o desenvolvimento dos recifes ao longo de meio milhão de anos. No entanto, Hughes *et al.* (2003) sugere que, embora muitos recifes possam desaparecer, é possível que alguns consigam se adaptar às novas condições climáticas, o que nos leva a uma importante reflexão sobre a importância desses ecossistemas frente às mudanças globais.

Além dos corais, as esponjas também desempenham um papel vital nesses ecossistemas, consideradas animais metazoários de vida bentônica sésil, as esponjas possuem uma ampla distribuição geográfica e ocupam uma vasta gama de habitats aquáticos. Embora apenas 1% das

esponjas conhecidas habitam água doce, cerca de 15.000 espécies marinhas são descritas, sendo aproximadamente 200 exclusivas de ambientes de água doce (Campos, 2010).

Segundo Custódio e Hajdu (2014), as esponjas são componentes abundantes em regiões tropicais, mas também ocorrem em áreas polares e podem ser encontradas em profundidades que vão desde a zona entre-marés até as fossas abissais.

As esponjas marinhas têm uma história geológica de cerca de 600 milhões de anos e foram importantes construtoras de recifes, desempenhando um papel fundamental na biodiversidade marinha, atualmente, essas esponjas se destacam nos ambientes costeiros por sua diversidade de cores e formas, sendo frequentemente confundidas com algas, corais ou rochas, devido ao seu hábito sésil. Variam amplamente em tamanho e forma, algumas podem medir apenas milímetros, enquanto outras ultrapassam um ou mais metros em comprimento, altura ou diâmetro com predominância de assimetria, embora algumas apresentem organização radial ou mesmo bilateral, especialmente em ambientes marinhos profundos (Hajdu; Peixinho; Fernandez, 2011).

Estudos indicam que as esponjas de água doce evoluíram a partir de espécies marinhas, migrando para águas continentais em tempos geológicos e se adaptando a esses novos ambientes ao longo da história evolutiva (Kalinovski; Parolin e Souza Filho, 2011). Essa adaptação reflete a notável plasticidade ecológica das esponjas, permitindo que elas colonizem ambientes diversificados e resistam a diferentes condições ambientais.

3.2 Ameaças e alterações na vida aquática da região

Os problemas ambientais têm características específicas, como causas que se ligam de várias formas, responsabilidades que são divididas, e um impacto grande e coletivo na degradação do meio ambiente, o que afeta tanto os recursos naturais quanto a qualidade de vida (Costa; Silva; Flores e Santos, 2022).

De acordo com Reinaldo Dias e Fernanda Matos, (2023) as mudanças climáticas afetam gravemente os recursos hídricos, principalmente no que diz respeito aos ecossistemas aquáticos. O aumento das temperaturas e a alteração dos padrões de chuva comprometem tanto a quantidade quanto a qualidade da água, afetando diretamente a vida nos rios, lagos e demais corpos d'água. Esses impactos resultam na redução da biodiversidade aquática,

desestabilizando as cadeias alimentares e comprometendo a saúde desses ecossistemas, além de dificultar o acesso humano a recursos hídricos essenciais.

Baseados em estudos na região que acomete a área da pesquisa, os autores Costa *et al.* (2022), destacam os problemas ambientais em Barcarena, Pará, que apresentam características específicas, como causas interconectadas, responsabilidades compartilhadas e um impacto coletivo na degradação do meio ambiente, afetando os recursos naturais e a qualidade de vida da população local.

O município de Barcarena, está localizado na Mesorregião Nordeste do Pará e pertencente à Microrregião do Baixo-Tocantins, é uma área rica em ilhas e igarapés que deságuam em rios locais, como o Icaraú, Tauaporanga e Barcarena, está a poucos quilômetros de Belém, com acesso tanto por vias fluviais quanto rodoviárias. Na região do noroeste paraense, Barcarena está a uma curta distância de Ponta de Pedras, na ilha do Marajó, enquanto ao sul faz fronteira com Abaetetuba, e ao sudeste, com os municípios de Acará e Moju.

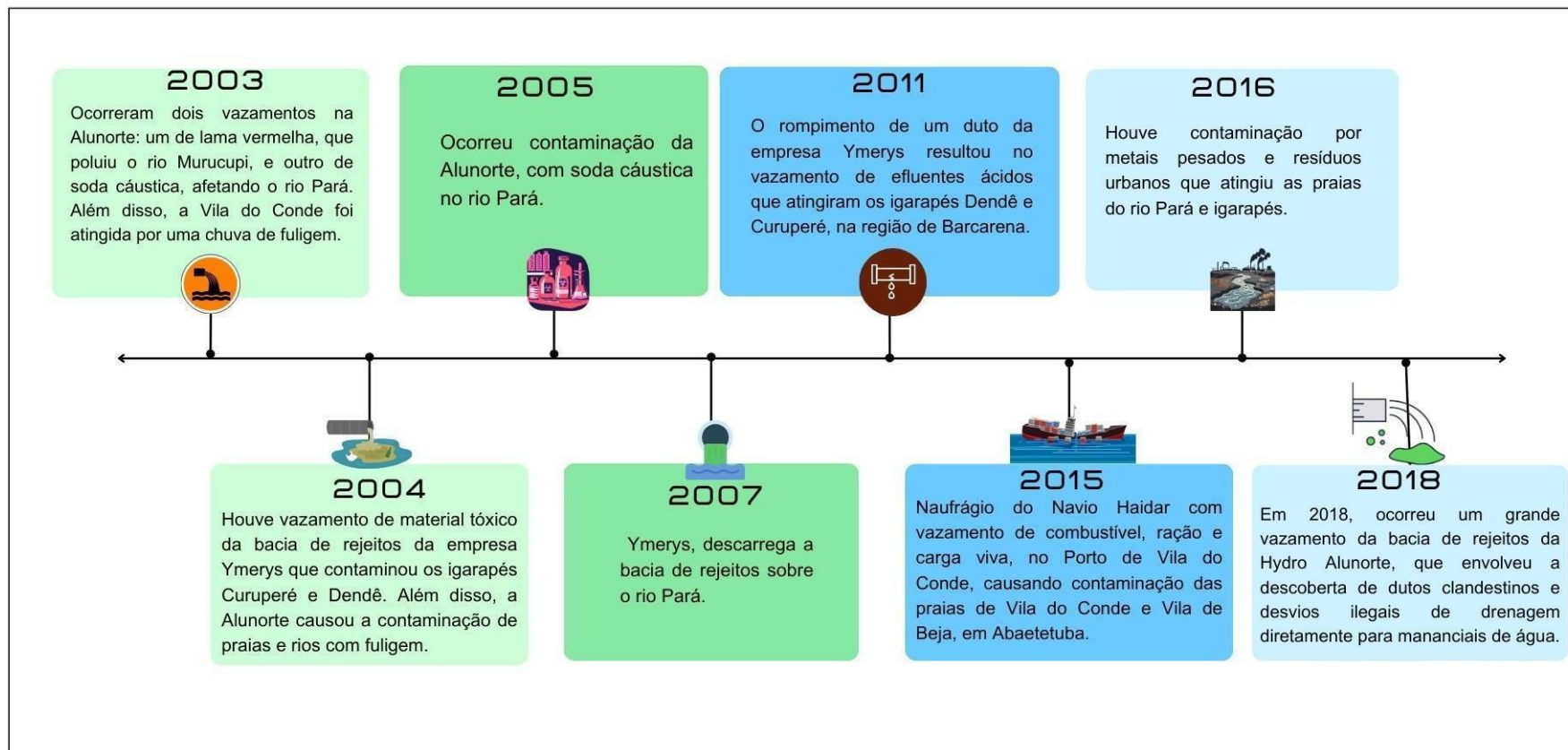
A partir da década de 1980, foi implantada em Barcarena, diversas fábricas e portos, incluindo multinacionais como Hydro, Alubar, Imerys e Votorantim, integrando-se ao processo de produção e exportação de recursos como alumínio, caulim, cimento e manganês. A infraestrutura dessas indústrias se conecta tanto às áreas de exploração mineral e agrícola do Pará quanto aos portos da região (Hazeu, 2015). Com destaque para o porto de Vila do Conde, construído às margens do rio Pará e da baía do Marajó, que permite a navegabilidade e movimentação de grandes embarcações.

Farias (2019) explora os impactos socioambientais desses megaprojetos industriais de Barcarena, Pará, destacando como principais impactos a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, como rios, igarapés e lençóis freáticos. Essa poluição afeta diretamente a biodiversidade aquática, comprometendo as fontes de água potável e as atividades de subsistência das comunidades ribeirinhas, que dependem desses recursos. Além disso, o acúmulo de metais pesados e outros poluentes gera desequilíbrios ecológicos, agravando a crise socioambiental da região.

O estuário do rio Pará e seus afluentes têm sido palco de recorrentes acidentes ambientais, envolvendo substâncias químicas, tóxicas e biológicas, que resultam em danos

significativos no meio aquático. Ou seja, esses empreendimentos foram responsáveis por vários acidentes ambientais ao longo dos anos, como mostra a figura abaixo.

Figura 4 - Infográfico dos acidentes ambientais cometidos pelos empreendimentos de Barcarena, PA.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Hazeu (2018).

Diante desses grandes acidentes ambientais que atingiram direta ou indiretamente a área da pesquisa, o qual causou mais impacto, foi o de outubro de 2015. Quando ocorreu o desastre em Vila do Conde, Barcarena, Pará, onde um navio transportando cerca de 5 mil bois e 700 toneladas de óleo afundou durante o embarque com destino à Venezuela. Laudos confirmaram os danos provocados, como a contaminação da praia de Vila do Conde e Vila de Beja, em Abaetetuba, resultando na suspensão de banhos de rio e na interrupção da pesca. Além disso, carcaças dos animais chegaram às margens, causando mau cheiro em diversos locais, prejudicando tanto a pesca quanto o turismo na região de Barcarena, Abaetetuba e nas ilhas próximas (Bersa, 2021). Esse acidente atingiu diretamente a praia da frexeira por ter sido coberta pelo vazamento do óleo da embarcação e carcaças dos bois, causando um grande desequilíbrio ecológico e impedindo a pesca na região.

Portanto, o despejo de resíduos químicos, poluentes industriais incluindo metais pesados e nutrientes excessivos, altera a qualidade da água e afeta a saúde dos organismos bentônicos, desestabilizando o ecossistema e prejudicando diretamente a saúde desses organismos.

3.3 Introdução de espécies invasoras e seus efeitos no ecossistema aquático via água de lastro no Rio Tocantins.

Há um fator que causa alterações e desequilíbrio ecológico, em todas as espécies marinhas, conhecida como água de lastro, que é reconhecida como um dos principais vetores de transporte de organismos exóticos entre diferentes ecossistemas marinhos e de água doce. Para o município de Abaetetuba-PA, situado nas proximidades de rotas de navegação importantes do rio Pará e portos fluviais, esse fenômeno representa uma ameaça ao equilíbrio ecológico local, especialmente devido à introdução de espécies invasoras que afetam diretamente a biodiversidade e os processos naturais, estando suscetíveis ao desequilíbrio ecológico causado pela introdução de organismos exóticos transportados pela água de lastro dos navios que por ali circulam.

A água de lastro utilizada pelos navios desempenha um papel essencial na estabilidade das embarcações, especialmente durante viagens longas ou quando estão sem carga. No entanto, ela também se tornou um dos maiores vetores de transporte de espécies exóticas ao redor do mundo, quando captada em uma região geográfica e descartada em outra, a água de lastro pode transferir organismos como bactérias, plantas e animais para ecossistemas que não são os seus habitats naturais, essa introdução de espécies invasoras muitas vezes gera grandes

desequilíbrios ecológicos, pois essas espécies competem com as nativas, ameaçando a biodiversidade local e causando impactos econômicos significativos, como a redução da produtividade pesqueira (Serafin; Ieda; Henkes, 2013). Assim, a água de lastro torna-se um vetor de poluição biológica que afeta profundamente os ecossistemas marinhos e costeiros.

Um exemplo notável de espécie invasora introduzida por meio da água de lastro no Brasil é o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), esta espécie chegou à América do Sul em 1991, transportada em navios vindos da Ásia, e se estabeleceu inicialmente no rio da Prata, na Argentina. Em menos de uma década, foi registrada no Brasil, na Bacia do Lago Guaíba, e em 2001 já estava presente nos reservatórios da Usina Hidrelétrica de Itaipu, sua colonização se espalhou pelas bacias dos rios Paraná, Paraguai, Uruguai e pelos reservatórios das bacias do Paranapanema e Tietê, fixando-se em diversos substratos, como pedras, raízes, e estruturas flutuantes, e demonstrando uma rápida adaptação e sucesso no ambiente brasileiro. (Souza, 2010).

O mexilhão-dourado adere a superfícies sólidas, como pedras e tubulações, através de filamentos de bisso, formando colônias densas que obstruem sistemas de captação de água e turbinas de hidrelétricas. Além disso, como organismos filtradores, eles removem nutrientes da água, alterando a qualidade do habitat aquático e prejudicando a alimentação de outras espécies. A ausência de predadores naturais e sua alta capacidade de reprodução permitem que o mexilhão-dourado se espalhe rapidamente, exacerbando os problemas em regiões como o rio Tocantins, onde sua presença já é amplamente notada. (Nogueira, 2013).

Para além dessa espécie invasora, no estudo de Siqueira *et al.* (2012) destaca-se a introdução de uma espécie de molusco exótico, *Corbicula fluminea* na Bacia Amazônica, onde foi identificada pela primeira vez em um estudo conduzido por Hager (2008), que utilizou análise de DNA para confirmar sua presença no município de Alenquer, no Pará. A presença dessa espécie foi posteriormente confirmada em Santarém, representando a área mais ocidental de sua distribuição até aquele momento. O autor afirma que a provável causa da introdução dessa espécie asiática é o transporte de água de lastro dos navios que navegam pelo rio Amazonas, uma consequência direta do aumento do agronegócio no oeste do Pará. A presença desse molusco em ecossistemas da região representa mais uma evidência dos danos que a prática inadequada de manejo da água de lastro pode causar.

Segundo uma análise de diversos portais, o aumento das atividades fluviais em regiões como o rio Tocantins, impulsionado por projetos de infraestrutura como a Hidrovia TocantinsAraguaia, tende a agravar ainda mais a situação. A obra na Hidrovia

Tocantins-Araguaia, busca facilitar o transporte de cargas, especialmente de commodities como soja, ao longo do rio Tocantins, o principal objetivo é permitir a navegação comercial de barcaças grandes, mesmo nos períodos de seca, o que exige a remoção de obstáculos naturais, como as pedras do Pedral do Lourenço, que consiste numa formação rochosa de 35 km ao longo do rio Tocantins em Itupiranga, PA. Esse tipo de intervenção vai gerar graves impactos ambientais e sociais na região, com o projeto da hidrovia, o aumento do tráfego de embarcações grandes agravaria um problema que já existe, como a invasão do mexilhão-dourado que está dominando várias partes do Rio Tocantins, incluindo o Pedral do Lourenço, conseqüentemente por água de lastro. Ou seja, a movimentação constante de navios e barcaças, junto com a dragagem e explosões, não apenas afetará diretamente os ecossistemas locais, mas também ampliará as oportunidades para que mais organismos invasores sejam introduzidos, incluído por meio da água de lastro. (Higgins, 2023; Lacerda, 2022).

Esse impacto ambiental também foi discutido por Almeida (2004), que alerta sobre os possíveis danos que a hidrovia causaria nos ecossistemas, o estudo ressalta que, apesar dos benefícios econômicos esperados, há uma clara “perda de qualidade ambiental”. O Rio Araguaia, por sua fragilidade, necessita de um tratamento especial que respeite suas características naturais.

Esses impactos são ainda reforçados pela expansão de projetos como o BR dos Rios, uma iniciativa que busca ampliar a navegação fluvial no Brasil, explorando um potencial de 27.400 km de rios navegáveis, inspirada na BR do Mar (Lei nº 14.301/2022), criado para estimular o transporte por cabotagem. O “BR dos Rios” busca estruturar parcerias e concessões para aumentar a eficiência das hidrovias, especialmente em regiões como os rios Madeira e Tapajós (Ministério da Infraestrutura, 2020; ANTAQ, 2024). Ou seja, a expansão das hidrovias pode trazer conseqüências negativas, podendo haver o aumento dos impactos ambientais e a proliferação das espécies invasoras como o mexilhão-dourado.

Portanto, é evidente que o gerenciamento inadequado da água de lastro continua sendo um dos principais desafios ambientais no transporte marítimo e fluvial, demandando medidas rigorosas de controle para mitigar seus impactos sobre os ecossistemas aquáticos e proteger a biodiversidade local.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição dos dados coletados na área do estudo

É fundamental destacar o percurso deste trabalho no avanço do conhecimento sobre as espécies da região do Baixo Tocantins, considerando a escassez de estudos nessa área da pesquisa. Este estudo registrou a presença de organismos, levantados em campo evidenciando a presença de vida aquática apontando para esponjas e corais que fazem parte da fauna bentônica localizada na praia da Frexeira, o que implica revelar importantes ambientes ecológicos e que vem enfrentando ameaças exigindo que novas pesquisas sejam desenvolvidas na região. A partir dos procedimentos metodológicos descritos, foi possível coletar e analisar os dados referentes à fauna bentônica ao longo dos transectos realizados. A seguir, são apresentados os resultados obtidos, com a devida interpretação dos padrões observados e suas possíveis implicações ecológicas na região estudada.

A geomorfologia da Praia da Frexeira, com sua combinação de bancos de areia, áreas de mangue e canais de maré, cria um ambiente diversificado que influencia diretamente a presença e a distribuição da fauna bentônica. Esse substrato variado, resultado de processos de sedimentação e de movimentos tectônicos recentes (Ribeiro, 2022), oferece condições ideais para a fixação de organismos. Áreas com maior deposição de sedimentos, por exemplo, tendem a apresentar uma abundância mais elevada de macrofauna, pois o substrato mais fino permite uma maior aderência de organismos. Essa característica geomorfológica é essencial para a compreensão dos padrões observados ao longo dos transectos, onde os pontos mais próximos da linha de maré revelaram uma maior concentração de organismos, provavelmente devido ao constante aporte de nutrientes trazidos pela variação das marés.

Durante as duas saídas para campo, observou-se uma mudança significativa na quantidade de organismos da fauna bentônica encontrados na Praia da Frexeira. Na primeira visita, realizada em setembro de 2024, foi possível encontrar uma grande variedade de organismos distribuídos de forma abundante ao longo da praia, particularmente nas áreas próximas da linha da maré. No entanto, na segunda visita, realizada em outubro de 2024, os mesmos locais apresentaram uma diminuição notável na quantidade de organismos, tornando a observação e o registro desses seres muito mais difíceis como mostras nos transectos ao longo do texto. Abaixo estão os registros de campo da primeira visita ao da pesquisa em setembro 2024.

Figura- Organismo da pesquisa de set de 2024.

Figura- Organismo da pesquisa de set de 2024.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)

Figura- Organismo da pesquisa de set de 2024.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)

Figura- Organismo da pesquisa de set de 2024.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)

Essa diferença temporal na abundância de organismos pode estar associada a diversos fatores ambientais e antropogênicos, a região está sujeita a mudanças climáticas, impactos ambientais significativos, como os causados por grandes empreendimentos mencionados anteriormente. O impacto de grandes empreendimentos, como a construção de portos, exploração mineral e tráfego de grandes embarcações, gera poluição e mudanças físicas no habitat dos organismos bentônicos, como aumento da turbidez da água, deposição de sedimentos e contaminação química, todos fatores que afetam diretamente a sobrevivência desses organismos. Conforme destacado por Costa Silva; Flores e Santos (2022), a degradação dos ecossistemas aquáticos na região do Baixo Tocantins, incluindo a área de estudo, está intimamente ligada ao avanço dessas atividades industriais, que alteram drasticamente as condições naturais do ambiente.

4.1.1 Transecto I

Durante os transectos realizados na Praia da Grande Frexeira, foram observados organismos da fauna bentônica com diferentes características como cor, textura e tamanho, baseado nas observações visuais, podendo ser considerados como possíveis corais ou esponjas. No entanto, como não foi possível realizar a análise taxonômica laboratorial, essas identificações devem ser tratadas como preliminares. A figura a seguir mostra o primeiro transecto sendo puxado no sentido da praia em direção ao rio utilizando a fita métrica para traçar os 40 m.

Figura 5 lados A e B —Transecto sendo puxado em direção a linha da maré.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)

A seguir, são apresentados na tabela os resultados observados no transecto I e discutidos cada ponto da amostragem de acordo com os quadrantes de cada ponto.

Quadro 2 — Dados dos Organismos da fauna bentônica coletados durante o transecto I.

Ponto (m)	Área do Quadrante (m²)	Grupo de Organismo	Tipo de Organismo	Quantidade	Cor	Textura	Foto (Sim/Não)
0	1 m ²	Fauna bentônica	Possível Coral ou esponja	2	Cinza	Rugoso	sim
10	1 m ²	Fauna bentônica	Sem presença de organismo da fauna bentônica	0			sim
20	1 m ²	Fauna bentônica	Sem presença de organismo da fauna bentônica	0			sim
30	1 m ²	Fauna bentônica	conchas, caramujos possível corais em formação	6	Cinza; Amarelo; Cinza	Duro Duro Rugoso	sim
40	1 m ²	Fauna bentônica	conchas, caramujos e uma grande presença de possíveis corais em formação	7	Cinza; Amarelo; Cinza	Duro Duro Rugoso	sim

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os dados na tabela indicam a presença potencial de possíveis corais ou esponjas em formação, nos pontos observados. No ponto de 0 metros, os organismos encontrados dentro do quadrante demonstraram características visuais que sugerem sua natureza bentônica, com a coloração cinza e a textura rugosa, esses organismos estavam localizados sobre pedras, demonstrando que o substrato rochoso fornece uma base adequada para o estabelecimento e o crescimento inicial desses organismos. A coloração e a textura podem estar associadas ao estágio inicial de formação, um processo que também é influenciado pelas condições ambientais. Conforme ilustrado pelas figuras 6 e 7, as imagens complementam as observações de campo, fornecendo uma representação visual desses organismos que podem estar em fase inicial de desenvolvimento, indicando uma dinâmica ecológica ativa no local.

Figura 6 — Primeiro quadrante do transecto I, quadrante de 0m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 7 — Organismos em formação localizado dentro do posicionado sobre 0m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024)

Nos pontos intermediários do transecto, localizados a 10 e 20 metros, não foram observados organismos bentônicos dentro dos quadrantes. Essa ausência pode ser explicada pela dinâmica das marés e pela exposição prolongada desses pontos ao sol durante os períodos de maré baixa, como ilustrado nas Figuras 8 e 9. Quando a maré recua, áreas mais distantes da linha da água ficam expostas por mais tempo, deixando pedras e organismos descobertos e expostos a condições menos favoráveis, como altas temperaturas e baixa umidade.

Figura 8 — Quadrante no ponto de 10m, sem presença

presença de organismo da fauna bentônica.

Figura 9 — Quadrante no ponto de 20m



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Nos pontos de 30 e 40 metros ao longo do transecto, os quadrantes apresentaram uma maior quantidade de organismos, evidenciada por uma diversidade visualmente identificada, figuras 10, 11 e 12. Foi registrada uma significativa presença de possíveis corais ou esponjas em formação, além de outros tipos de organismos bentônicos, como caramujos. A maior abundância e diversidade observadas nesses pontos podem estar associadas a condições ambientais mais favoráveis, como uma exposição mais contínua à água durante os ciclos de maré.

À medida que os quadrantes foram se aproximando da linha da maré, o ambiente demonstrou-se progressivamente mais úmido, proporcionando condições mais adequadas para a sobrevivência e o desenvolvimento de organismos bentônicos. Isso ocorre porque, a rápida cobertura pela água quando a maré começa encher e cobrir a área da praia, os organismos localizados mais próximos da linha da maré são cobertos pela água mais rapidamente, enquanto aqueles situados em áreas mais próximas da praia permanecem descobertos por períodos mais longos, como mostra nos quadrantes de 10 e 20 metros. Essa diferença no tempo de exposição à água influencia diretamente a distribuição e a abundância dos organismos, explicando a ausência de registros nos pontos intermediários e a maior concentração observada nos pontos mais próximos à linha da maré.

Figura 10 — Quadrante no ponto de 30m próximo a linha da maré



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 11 — Organismos em formação encontrado

Figura 12 — Presença de molusco dentro do quadrante.

e de 30 m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

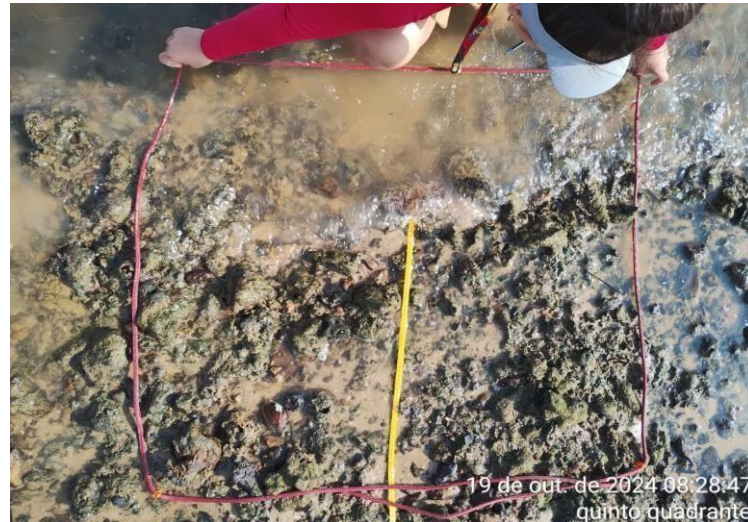


Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

O quadrante localizado no ponto de 40 metros coincidiu com a linha da maré, como ilustrado na figura 13, 14 e 15. Esse posicionamento resultou no registro da maior presença de organismos dentro deste quadrante, destacando-se possíveis corais ou esponjas em formação.

A proximidade direta com a linha da maré favorece um ambiente constantemente úmido, com maior disponibilidade de água e nutrientes, fatores essenciais para a sobrevivência e o desenvolvimento desses organismos bentônicos.

Figura 13 — Quadrante no ponto de 40m.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

Figura 14 — Organismo em formação presente dentro do quadrante de 40m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 15 — Presença de vários organismos da fauna bentônica como o bivalve e molusco dentro do quadrante de 40m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Essa área dos quadrantes nos pontos de 30 e 40 m é uma das primeiras a ser coberta pela água quando a maré começa a subir, o que reduz o tempo de exposição ao sol e ao vento, protegendo os organismos de condições adversas. A localização estratégica desse quadrante permite observar claramente a influência positiva da dinâmica das marés sobre a abundância e diversidade da fauna bentônica, reforçando que ambientes próximos à linha da maré apresentam condições mais favoráveis para o desenvolvimento dessas comunidades biológicas.

4.1.1.1 Transecto II

No Transecto II, os dados coletados mostraram um padrão de distribuição de organismos um pouco distinto do observado no Transecto I. Neste transecto, os pontos que apresentaram maior concentração de organismos foram os de 10 m, 20 m e 40 m. As fotografias realizadas nestes pontos revelaram a presença de organismos formados, quando comparados aos registrados no Transecto I.

Figura 16 — Transecto II sendo puxado.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

A seguir, serão apresentados na tabela os resultados observados no transecto II e discutidos cada ponto da amostragem de acordo com os quadrantes de cada ponto.

Quadro 3 — Dados coletados dos organismos da fauna bentônica no transecto II.

Ponto (m)	Área do Quadrante (m ²)	Grupo de Organismo	Tipo de Organismo	Quantidade	Cor	Textura	Foto (Sim/Não)
0	1 m ²	Fauna bentônica	Sem presença de organismo da fauna bentônica	0			Não
10	1 m ²	Fauna bentônica	Possível Coral ou esponja	1	Amarelo	Rugoso	Não
20	1 m ²	Fauna bentônica	Possível Coral ou esponja	1	Cinza		Sim
30	1 m ²	Fauna bentônica	Sem presença de organismo da fauna bentônica	0			Não

40	1 m ²	Fauna bentônica	Concha, caramujos e uma grande presença de possíveis esponjas ou corais em formação	8	Amarelo; Cinza	Duro Duro Rugoso	Sim
----	------------------	-----------------	---	---	----------------	------------------------	-----

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No ponto de 0 metros, localizado próximo à praia, não foram observados organismos com características visuais que indicassem a presença de fauna bentônica dentro do quadrante analisado. A ausência de registros pode estar relacionada à proximidade com a área terrestre, onde a influência direta da água é limitada, resultando em condições menos favoráveis para o desenvolvimento de organismos bentônicos. Além disso, não foi realizada a captura de fotografia neste ponto.

No ponto de 10 metros, ainda em uma área relativamente próxima à praia, foram observados no quadrante organismos com características visuais distintas, apresentando textura rugosa e coloração amarelada. A presença desses organismos sugere condições ambientais mais favoráveis em comparação ao ponto inicial, possivelmente influenciadas por um lago próximo, que pode ter criado um micro-habitat com maior disponibilidade de umidade ou nutrientes. A fotografia registrada neste ponto, figura 17 e 18, capturou a disposição dos organismos no ambiente, próximo a este corpo d'água.

Figura 17 — Quadrante no ponto de 10m no quadrante II.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 18 — Organismo presente dentro do quadrante II no ponto 10m.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 19 — Quadrante no ponto de 20m no transecto II.



Nos pontos de 10m e 20m, a presença de organismos foi registrada. Nos pontos de 30m e 40m, não foram encontrados organismos.

A presença de organismos no micro-habitat de 20m reforça a importância da linha da maré para a sobrevida dos organismos.

As características do organismo registrado no ponto de 20 metros, já a figura 21 mostra o quadrante

no ponto de 20m no transecto II. Apesar de ambos os pontos estarem a uma distância de 20 metros da linha da maré, o ponto de 30 metros apresentou pequenas variações de temperatura e salinidade, mesmo em condições semelhantes. O ponto de 30 metros apresentou uma maior diversidade de organismos, o que reforça a importância da linha da maré para a sobrevida dos organismos. A localização e as características do organismo registrado no ponto de 20 metros, já a figura 21 mostra o quadrante

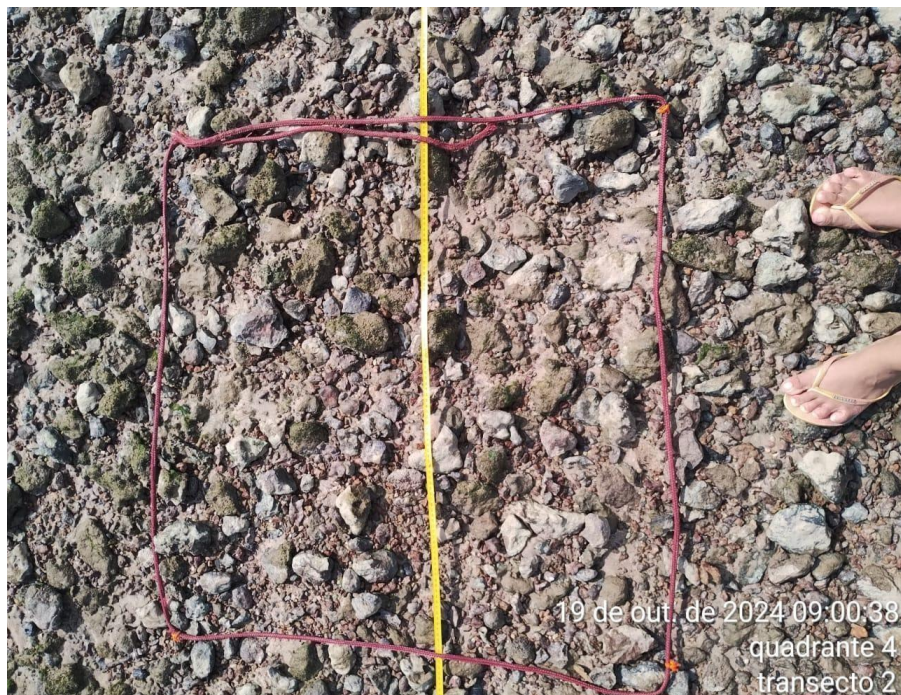
Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024). no ponto de 30m.

Figura 20 — Organismo presente no quadrante no ponto de 20m.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

Figura 21 — Quadrante no ponto de 30m no transecto.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

No ponto de 40 metros do Transecto II, registrou-se uma concentração significativa de organismos dentro do quadrante, marcando uma diferença notável em relação aos outros pontos do transecto. Esses organismos apresentaram características visuais distintas, com colorações predominantes amarelada e acinzentada, além de texturas variadas, incluindo superfícies duras e rugosas, a presença de múltiplos organismos nesse ponto podem estar diretamente associada às condições ambientais próximas à margem da maré.

Fatores como a maior umidade, a exposição contínua à água durante a maré alta e o potencial acúmulo de nutrientes dissolvidos criam um ambiente propício para a colonização e o crescimento de espécies bentônicas adaptadas a essas condições. Além disso, a proximidade com a linha da maré permite que esses organismos sejam cobertos pela água mais rapidamente durante o fluxo da água, reduzindo o tempo de exposição ao sol e ao vento, o que contribui para sua sobrevivência e desenvolvimento. As figuras 22, 23, 24 e 25 a seguir mostram essa descrição.

Figura 22— Quadrante no ponto de 40m no transecto II.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

Figura 23 — Organismo em formação de coloração cinza e um bivalve



Fonte: Ingrid Soares (2024)

Figura 24 — Organismo presente dentro quadrante com tons acinzentados e amarelados.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

Figura 25 — Organismos em formação de coloração acinzentada e amarelada.



Fonte: Ingrid Soares (2024).

As fotografias registradas nos transectos destacam a diversidade de organismos que ocupam essa área, evidenciando uma variedade de características morfológicas. Alguns organismos apresentaram texturas rugosas e colorações distintas, enquanto outros exibiram formas diferentes, sugerindo uma composição variada de fauna bentônica. Na Figura 23, observa-se a presença de um bivalve, o que reforça a interação entre os organismos da fauna bentônica. Essa interação ecológica entre organismo sésil e bivalve, é registrada também por Santos e Corrêa (2013) na Baía do Capim, no município de Abaetetuba, onde ele mostra que organismos sésseis como as poríferas podem usar bivalves como substratos devido às condições favoráveis que elas podem oferecer. Durante os levantamentos na Praia da Grande Freixeira, observou-se a presença de organismos associados a substratos, o que pode indicar padrões similares de interações ecológicas. Estudos futuros, incluindo análises laboratoriais, poderiam confirmar se tais associações estão presentes e quais são seus potenciais benefícios ecológicos.

Essa variação observada nas texturas e formas pode indicar a presença de diferentes grupos de organismos bentônicos, cada um adaptado às condições específicas do habitat local. No entanto, para uma identificação precisa das espécies e confirmação de seus grupos taxonômicos, seriam necessárias análises laboratoriais detalhadas, como estudos morfológicos.

Apesar da ausência de confirmação taxonômica neste estudo, os registros fotográficos fornecem uma base visual valiosa que evidencia a riqueza potencial da biodiversidade bentônica na área da pesquisa.

Durante a coleta de dados sobre corais e esponjas na Praia da Frexeira, foi identificada a presença do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), registrado por meio de fotografias. Esse organismo, considerado invasor, tem se espalhado por várias áreas do Baixo Tocantins e agora foi detectado também na área da pesquisa. A presença do mexilhão dourado representa uma ameaça potencial à biodiversidade local, uma vez que a espécie é conhecida por competir com organismos nativos, podendo impactar a fauna bentônica ao alterar o equilíbrio ecológico. Recomenda-se a realização de estudos de monitoramento focados no impacto desse invasor em relação aos organismos nativos. Essa medida poderia auxiliar no desenvolvimento de estratégias para minimizar o avanço da espécie invasora e promover a preservação dos ecossistemas locais. A figura abaixo mostra a presença do mexilhão na praia da Frexeira. Como mostra nas figuras 29 e 30.

Figura 29 -Mexilhão dourando fixado numa garrafa vidro.



Fonte: Registro de Ingrid Soares (2024).

Figura 30- Mexilhão dourando fixado na pedra.



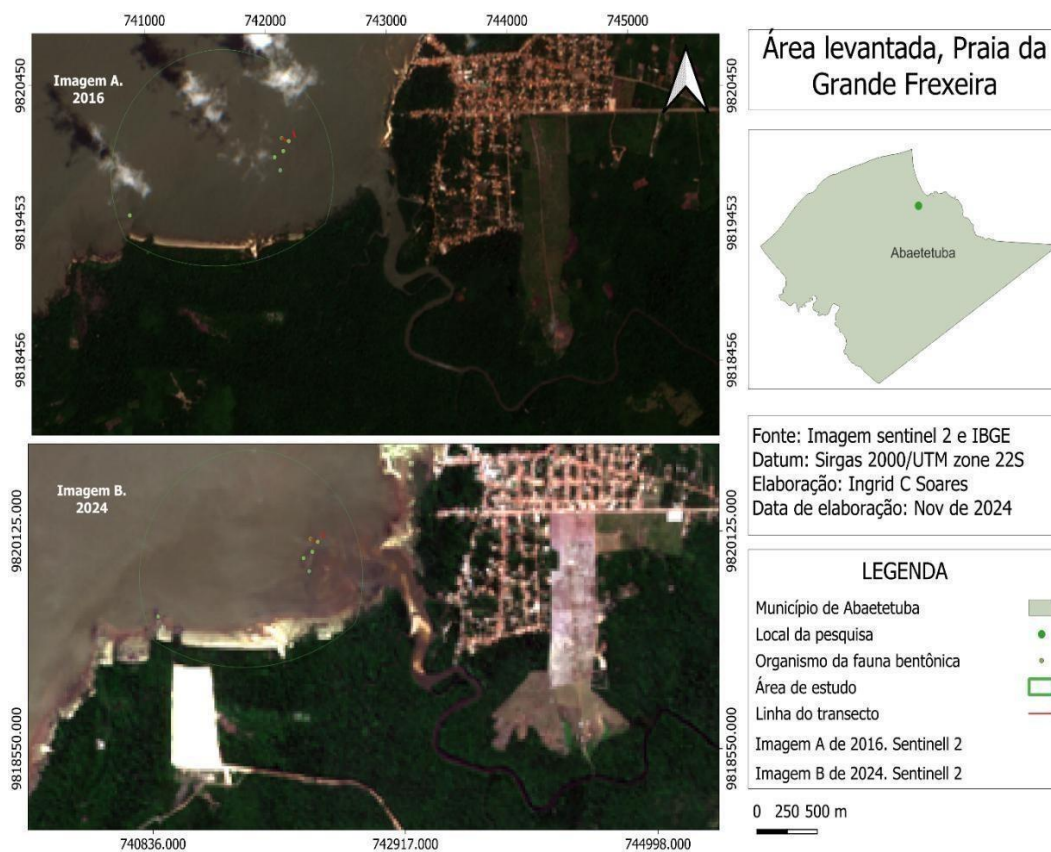
Fonte: Registro de Ingrid Soares, (2024).

A presença do mexilhão dourado na região reforça a necessidade de monitoramento ecológico dessa espécie, pois sua expansão pode impactar a diversidade bentônica e alterar o equilíbrio ambiental principalmente da Praia da Frexeira, cuja ecologia é conhecida pelos moradores das imediações.

Segundo estudo de Carvalho (2023), anteriormente, havia vários pontos de pesca e coleta de moluscos na Frexeira e áreas próximas, onde pescadores e suas famílias retiravam o sustento alimentar, sobretudo o caramujo, pois fazia parte da dieta alimentar. Os pesqueiros situavam-se sempre próximo a suas moradias, no rio ou nas margens das praias e na baía, sem que fosse necessário ir longe para adquirir o alimento. Mas as alterações ambientais ocasionadas em virtude do desmatamento desordenado para a plantação de açaí e construção de novas moradias, o número de embarcações motorizadas, não só aumentaram a erosão das margens como tem diminuído a quantidade de moluscos, que já não são mais comestíveis, devido ao perigo da contaminação.

Com efeito, a área onde se localiza a praia Frexeira tem sofrido modificações intensas, ao longo das últimas décadas, não apenas no setor pesqueiro. Imagens de satélites permitem visualizar as transformações socioambientais e o avanço da urbanização, no distrito de Beja, como se vê no mapa abaixo.

Figura 31- Transformações da paisagem ao redor da praia Frexeira.



Fonte: autora (2024).

Ao comparar as imagens de 2016 com as de 2024, é evidente uma grande mudança na cobertura da paisagem, em 2016, as áreas naturais ocupavam uma extensão significativa, com vegetação densa e ecossistemas bem delimitados. No entanto, em 2024, observa-se uma redução acentuada dessas áreas, substituídas em grande parte por áreas desmatadas, destinadas a portos e fazenda. O mapa mostra que a linha do transecto e os pontos do primeiro dia de campo se cruzam, como foi descrito ao longo do texto sobre a diferença entre os dias da pesquisa.

Essas mudanças indicam um processo contínuo de expansão dos empreendimentos humanos, como áreas para portos e pastagens, com impactos diretos sobre a biodiversidade local, especialmente na macrofauna bentônica. A comparação das imagens ajuda a visualizar como esses empreendimentos influenciam a área de estudo, possivelmente alterando a disponibilidade de habitat para diversas espécies e ameaçando a sustentabilidade dos ecossistemas locais. Esse processo intensificado de 2016 a 2024 ressalta sobre a falta de medidas de conservação e o monitoramento contínuo da área para avaliar os efeitos desses empreendimentos sobre os recursos naturais e as comunidades que dependem deles.

5 CONCLUSÃO

Este estudo proporcionou uma busca da macrofauna bentônica na costa amazônica, com foco na região da Praia da Frexeira, explorando a presença e distribuição de organismos bentônicos na área de estudo, com um foco especial na possível ocorrência de corais e esponjas na região do Baixo Tocantins, na costa amazônica. Através da metodologia de transecto, foi possível realizar descrições detalhadas da macrofauna em diversos pontos da praia, utilizando registros fotográficos para documentar a presença e as características visíveis dos organismos encontrados. A escolha da maré baixa como momento de observação foi determinante para maximizar a visibilidade desses organismos.

Entretanto, a falta de análise taxonômica laboratorial para identificação precisa dos organismos limita a confirmação sobre a natureza dos espécimes, impedindo a afirmação categórica sobre a presença de corais ou esponjas, essa limitação aponta para a necessidade de estudos futuros com suporte laboratorial, que possam realizar análises taxonômicas e genéticas para uma identificação precisa das espécies. Além disso, observou-se uma variação significativa na abundância de organismos ao longo das coletas, levantando a hipótese de um possível impacto ambiental.

Durante o levantamento, foi registrada a presença do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), um organismo invasor, conhecido por causar desequilíbrios ecológicos significativos. Sua ocorrência na região levanta preocupações quanto ao impacto potencial sobre a fauna nativa, incluindo espécies bentônicas locais, e destaca a necessidade de monitoramento e controle dessa espécie invasiva. Nesse sentido, o estudo contribui para o entendimento dos riscos de invasão biológica na área e reforça a importância de estratégias de manejo para preservar a biodiversidade regional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. de. **Hidrovia Tocantins-Araguaia: importância e impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais**. 2004. 198 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.11.2004.tde-24112004-090158>. Acesso em: 10 nov. 2024.

ALVAREZ, I.A; ARAÚJO, L.S. Geotecnologias aplicadas à restauração ecológica. **EcoDebate**, 28 dez. 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/913389>. Acesso em: 19 out. 2024.

ANTAQ. **Governo prepara plano de concessão para criar 'BR dos Rios'**. 2024. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br>. Acesso em: 1 out. 2024.

ARANTES, R. C.M; SEOANE, J. C. S. Base de dados em SIG aplicada à modelagem ambiental em recifes de coral: Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**. 69, jan. 2017. Disponível em: DOI:[10.14393/rbcv69n9-44094](https://doi.org/10.14393/rbcv69n9-44094). Acesso em: 19 out. 2024.

CARVALHO, J. B. ENTRE RIOS, PRAIAS E BAIA: A pesca como modo de vida na foz do rio Tocantins. 2023. 37 f. **TCC (Graduação)**. Curso Educação do Campo (Ênfase Ciências Sociais e Humanas). Universidade Federal do Pará, Abaetetuba, 2023.

BEMVENUTI, C. E.; COLLING, L. A.; Gandra, M. S. "Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil." **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 3, p. 257-262, Serie Zoologia - IHERINGIA SER ZOOL. 97. 10.1590/S0073-47212007000300007. DOI:[10.1590/S0073-47212007000300007](https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000300007) Disponível em: [\(PDF\) Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil](#)

BORGES, M. D; ARANHA, J. M; SABINO, J. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 16, p. 149-161, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.301, de 7 de janeiro de 2022**. Institui o programa de estímulo ao transporte por cabotagem, denominado BR do Mar, e altera as Leis nos 9.432, de 8 de janeiro de 1997, e 10.893, de 13 de julho de 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2021-2022/2022/Lei/L14301.htm. Acesso em: 1 out. 2024.

BRITO, L. F. de, OLIVEIRA, E. P. de, MORAES, J. G. B. C. de, SOUZA, N. C. de, PANTOJA, N. R. C., & Espírito Santo, R. V. do. (2019). Aumento da temperatura, turismo, poluição e pesca: Os riscos aos corais brasileiros. **Revista UniAraguaia**, 14 (3). Disponível em: [Revista UniAraguaia](#).

CAMPOS, V. R. **Isolamento de esteróis e ácidos graxos: marcadores químicos de esponjas de água-doce da Amazônia**. 2010. Relatório Final (Programa Institucional de Iniciação Científica) — Universidade Federal do Amazonas, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Departamento de Apoio à Pesquisa. Manaus, 2010. Orientador: Prof. Dr. Valdir Florêncio da Veiga Júnior.

CORDEIRO, R. T. S.; NEVES, B. M.; ROSA-FILHO, J. S.; PÉREZ, C. D. Mesophotic coral ecosystems occur offshore and north of the Amazon River. **Bulletin of Marine Science**, v. 91, n. 4, p. 491-510, out. 2015. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.5343/bms.2015.1025>.

COSTA, I.; SILVA, C.; FLORES, M.; SANTOS, L. Atividade portuária em Barcarena (Pará): caracterização e análise ambiental de seus efeitos no desenvolvimento local da Vila de

Itupanema. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, p. 1639-1653, 2022. Disponível em: DOI: 10.26848/rbgf.v15.3.p1639-1653.

CUSTÓDIO, M. R., & HAJDU, E. (2011). Checklist de Porifera do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 11, 427–444. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1590/S167606032011000500015>.

DIAS, R.; MATOS, F. Impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos: desafios e implicações para a humanidade. **Revista Sociedade Científica**, 2023, v.6, p. 1571-1603. Disponível em: DOI: [10.61411/rsc100003](https://doi.org/10.61411/rsc100003).

FARIAS, A. Impactos e conflitos socioambientais de grandes projetos na Amazônia: até quando Barcarena/PA será uma zona de sacrifício? **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v. 20, p. 1-21, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/18071384.2023.e90583>. Acesso em: 10 de nov de 2024.

FRANCINI-FILHO, R. B., *et al.* "Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, Biodiversity, and Threats." **Frontiers in Marine Science**, 2018. Disponível em: *Frontiers in Marine Science*. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00142/full>. Acesso em: 19 out. 2024.

HAJDU, E.; PEIXINHO, S.; FERNANDEZ, J. C. C. Esponjas **marinhas da Bahia: guia de campo e laboratório**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2011.

HAZEU, M. T. **O não-lugar do outro: sistemas migratórios e transformações sociais em Barcarena**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências Socioambientais) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2015. Orientadora: Prof. Dra. Edna Maria Ramos de Castro.

HIGGINS, T. **Planos para hidrovía que destruirá 35 km de santuário de peixes já provocam desmatamento e afetam comunidades quilombolas no Pará**. (o)eco, 14 set. 2023. Disponível em: <https://www.oeco.org.br>. Acesso em: 10 nov. 2024.

HODAPP, D.; ROCA, I. T.; FIORENTINO, D.; GARILAO, C.; KASCHNER, K.; KESNERREYES, K.; SCHNEIDER, B.; SEGSCHEIDER, J.; KOCSIS, Á.; KIESSLING, W.; BREY, T.; FROESE, R. Climate change disrupts core habitats of marine species. **Global Change Biology**. P. 29, 3304–3317. Disponível em: Doi: <https://doi.org/10.1111/gcb.16612>. Acesso em: 19 out. 2024.

HOEGH-GULDBERG, O. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. **Marine and Freshwater Research**, 1999. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1071/MF99078>.

HUGHES, T. P.; BAID, A. H.; BELLWOOD, D. R.; CARD, M.; CONNOLLY, S. R.; FOLKE, C.; GROSBURG, R.; HOEGH-GULDBERG, O.; JACKSON, J. B.; KLEYPAS, J.; LOUGH, J. M.; MARSHALL, P.; NYSTRÖM, M.; PALUMBI, S. R.; PANDOLFI, J. M.; ROSEN, B.;

ROUGHGARDEN, J. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. **Science**, v. 301, n. 5635, p. 929–933, 2003. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1085046>.

HUGHES, T.P.; BAIRD, A.H.; BELLWOOD, D.R.; CARD, M.; CANNOLLY, S.R.; FOLKE, C. *et al.* 2003. “Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs”. **Science**, 301: 929-933.

KALINOVSK, Elaine Cristina Zavadovski; PAROLIN, Mauro; SOUZA FILHO, Edvard Elias.

Esponjas de água doce na América do Sul: o estado da arte da produção científica no Brasil. **Terrae Didactica**, Campinas, SP, v. 12, n. 1, p. 4–18, 2016. DOI: 10.20396/td.v12i1.8645963. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8645963>. Acesso em: 19 set. 2024.

LACERDA, N. “Desastre ambiental”: entidades apontam riscos em obras na hidrovía AraguaiaTocantins, no Pará. **Brasil de Fato**, São Paulo, 12 mar. 2022. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br>. Acesso em: 10 nov. 2024.

LEÃO, A. P. A importância da fotografia dentro do inventariamento florestal, Universidade Federal do Pará, Campus Abaetetuba. In: COSTA, A. D; NOGUEIRA, RODRIGUES, E. T. (Org.) **Guia prático de aplicação de geotecnologias no inventário de indivíduos arbóreos**. UFPA, 2024. p. 48-55.

MILOSLAVICH, P.; KLEIN, E.; DÍAZ, J.M.; HERNÁNDEZ, C.E.; BIGATTI, G.; CAMPOS, L.; *et al.* Biodiversidade marinha nas costas Atlântica e Pacífico da América do Sul: conhecimento e lacunas. **PLoS ONE**, v. 6, n. 1, p. e14631, 2011. Acesso em: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014631>.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **BR dos Rios: Programa destinado à navegação fluvial**. São Paulo: Machado Meyer, 2020. Disponível em: <https://www.machadomeyer.com.br>. Acesso em: 1 out. 2024.

MORAIS, L. M. S. **Macroinvertebrados sésseis associados a arribações de espécies pelágicas de Sargassum (Phaeophyceae: Fucales) na costa amazônica**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2017. Disponível em: <https://www.bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/1947> . Acesso em: 19 out. 2024.

MOURA, R. L. *et al.* An extensive reef system at the Amazon River mouth. **Science Advances**, v. 2, n. 4, p. e1501252, 2016. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1501252>. Acesso em: 12 de out de 2024.

MURRAY, S. N.; RICHARD, F. A.; MEGAN, N. D. Transectos, Quadrados e Outras Unidades de Amostragem', em J. Stanford, e R.L. Newell (eds), **Monitorando Costas Rochosas** (Oakland, CA, 2006; edição online, California Scholarship Online, 22 de março de 2012). Disponível em: <https://doi.org/10.1525/california/9780520247284.003.0005>. Acesso em: 16 de outubro de 2024.

NASCIMENTO, J. S. S. do. **Aspectos hidrogeológicos do município de Abaetetuba PA e uma proposta de abastecimento de água alternativa para a população do município utilizando águas subterrâneas**. Orientador: Milton Antônio da Silva Matta; Coorientador: Francisco de Assis Oliveira. 2021. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Faculdade de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/3817> . Acesso em: 18 de out de 2024.

NEVES, R. A. F.; VALENTIN, J. L. "Revisão bibliográfica sobre a macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil." **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 3, p. 59-80, 2011. Disponível em: [Repositório Institucional UFC: Revisão bibliográfica sobre a macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil](#)

NOGUEIRA, R. M. **Gerenciamento de água de lastro e sedimentos de navios**. 2013. 47 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Náuticas) – Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, J. **Hidrovia no Baixo Tocantins: impactos e controvérsias**. Brasil de Fato, 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br>. Acesso em: 27 set. 2024.

PHILIPPOFF, J.; COX, E.; BAUMGARTNER, E.; ZABIN, C. **Measuring Abundance: Transects and Quadrats**. University of Hawai'i, 2008. Disponível em: <https://www.hawaii.edu/gk-12/opihi/classroom/measuring.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

PIRES-VANIN, A. M. S., Muniz, P.; De Léo, F. C. (2011). Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil: patterns of spatial and seasonal distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, 59(1), 27–42. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/gWxWLSQC3XKSxfRcxRcc4zb>

PIVETTA, M. Recifes na foz do Amazonas. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, 18 abr. 2017. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/recifes-na-foz-do-amazonas/>. Acesso em: 16 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ABAETETUBA. O Município Dados do município. 2012. Disponível em: [Prefeitura de Abaetetuba](#). Acesso em: 18 de ou de 2024.

REDE GLOBO. 45 anos da TV Liberal: naufrágio de navio com 5 mil bois no Porto de Vila do

Conde, em Barcarena. **Globo.com**, 2023. Disponível em: <https://redeglobo.globo.com/pa/tvliberal/45anos/noticia/45-anos-da-tv-liberal-naufragiodenavio-com-5-mil-bois-no-porto-de-vila-do-conde-em-barcarena.ghtml>. Acesso em: 10 de set de 2024.

REIS, J. R.; DANTE, F. C. Aspectos históricos da fotografia e realizações em Geografia. *In: Geografia e Fotografia: apontamentos teóricos e metodológicos*. Org. Valdir Adilson Stenink, Dante Flávio Reis Junior, Everaldo Batista Costa, Brasília: Laboratório de Geoiconografia e Multimídias-LAGIM, UnB, 2014.

RIBEIRO, R., SAMUEL; VALADÃO, R. Efeitos marinho e fluvial na dinâmica dos ambientes inundáveis do Estuário Superior do Rio Pará, Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 4, 2021. DOI: 10.20502/rbg.v22i4. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354902757_Revista_Brasileira_de_Geomorfologia_Efeitos_marinho_e_fluvial_na_dinamica_dos_ambientes_inundaveis_do_Estuario_Superior_do_Rio_Para_Norte_do_Brasil_Marine_and_fluvial_effects_on_flooding_environments. Acesso em: 19 out. 2024.

RIBEIRO, S. R. **Morfogênese e evolução paleogeográfica da foz do Rio Tocantins, Estado do Pará, durante o Holoceno**. 2022. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2022.

SANTOS, R. P. dos; CORREA, V. R. Avaliação da estrutura populacional de bivalves da família Hyriidae (Mollusca, Bivalvia) na Baía do Capim, Abaetetuba-PA. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Abaetetuba, Abaetetuba, 2013.

SERAFIN, I.; HENKES, J. Água de lastro: um problema ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 2, p. 92-112, 2013. Disponível em: DOI: 10.19177/rgsa. V. 2e1201392-112.

SILVA, M. **Impactos ambientais da hidrovia no Tocantins**. InfoAmazonia, 2023. Disponível em: <https://infoamazonia.org>. Acesso em: 27 set. 2024.

SIQUEIRA, G.; GRANA, R. J. de A.; CORDEIRO, Antônio; SILVA, João D. A.; MENDES, Francisco C. P.; APRILE, Fabio M.; LACERDA, Abel Mahatma de Figueiredo; SOUSA, Thiago Oliveira de. Avaliação do risco ambiental da introdução de água de lastro no porto petroquímico de Miramar (Belém do Pará): um estudo de caso. *In: Congresso Brasileiro de Oceanografia*, 2012, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: CBO, 2012.

SOUZA, M. C. S; VIANNA, P. G. C.; MASSER, K.; LIMA, R. da C.; ELOY, C. C. Análise espacial e mapeamento da ocorrência de corais nos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB, comparativo entre 2001 e 2015/2016. **Gala Scientia**, João Pessoa, v. 10, n. 04, p. 34, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21707/ga.v10.n04a34>. Acesso em: 19 out. 2024.

SOUZA, R. C. C. L. de. Água de lastro: uma ameaça à biodiversidade. *In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC*, 62., 2010, Natal. **Anais Natal: SBPC**, 2010. Disponível em: [O estudo da](#)

bioinvasão é um campo em expansão que apresenta grande interação com o público e frequentemente a terminologia é discutida em vários artigos (Bouderesque e Verlaque, 2002; Elliott, 2003; Colautti e Maclsaac, 2004; Occhipinti-Ambrogi e Galil, . Acesso em: 19 out. 2024.