



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG

- DOUTORADO -

**ANÁLISE DAS MUDANÇAS NA LINHA COSTEIRA E DO TURISMO
NÁUTICO EM UM RECIFE COSTEIRO URBANO NO NORDESTE DO
BRASIL**

Por

Maria Cecilia Silva Souza

*Tese de Doutorado apresentada a Universidade Federal da Paraíba para obtenção do
grau de Doutor*

João Pessoa – Paraíba

Agosto de 2023



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG

-DOUTORADO-

**ANÁLISE DAS MUDANÇAS NA LINHA COSTEIRA E DO TURISMO
NÁUTICO EM UM RECIFE COSTEIRO URBANO NO NORDESTE DO
BRASIL**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos obrigatórios exigidos pelo referido Programa para aquisição do título de Doutor.

Área de concentração: Território, Trabalho e Ambiente.

Linha de pesquisa: Gestão do Território e Análise Geoambiental.

Orientador: Prof. Pedro Costa Guedes Vianna.

Coorientadora: Prof. Dr^a Karina Massei.

Maria Cecilia Silva Souza



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia

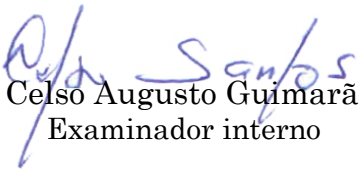
ATA DA SESSÃO PÚBLICA DA DEFESA DE TESE
DE DOUTORADO DA ALUNA MARIA CECILIA
SILVA SOUZA, CANDIDATA AO TÍTULO DE
DOUTORA EM GEOGRAFIA, NA ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO TERRITÓRIO, TRABALHO E
AMBIENTE.

Aos 09 (nove) dias do mês de Agosto de dois mil e vinte e três, às 14:30 (quatorze e trinta) horas, no Auditório do Departamento de Geociências, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, os membros da comissão designada para avaliar **Maria Cecilia Silva Souza**, candidata ao grau de Doutora em Geografia, na área de concentração **Território, Trabalho e Ambiente**. A banca examinadora foi composta pelos professores Pedro Costa Guedes Vianna (orientador) – Doutor em Geografia; Karina Massei (coorientadora) – Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente; Celso Augusto Guimarães Santos (examinador interno) – Doutor em Engenharia Civil; Richarde Marques as Silva (examinador interno) – Doutor em Engenharia Civil; Victor Hugo Rabelo Coelho (examinador externo) – Doutor em Engenharia Civil, e Valéria Raquel Porto de Lima (examinadora externa) – Doutora em Geografia, sendo o primeiro, o segundo, o terceiro, quarto e o quinto integrante do corpo docente da Universidade Federal da Paraíba, e o sexto integrante sendo do corpo docente da Universidade Estadual da Paraíba. Dando início aos trabalhos, o Presidente da banca, Prof. Pedro Costa Guedes Vianna, após declarar os objetivos da reunião, apresentou a candidata **Maria Cecilia Silva Souza**, a quem concedeu a palavra para que defendesse, oral e sucintamente, sobre o tema de sua tese, intitulada: "**ANÁLISE DAS MUDANÇAS NA LINHA COSTEIRA E DO TURISMO EM UM RECIFE COSTEIRO URBANO NO NORDESTE DO BRASIL**". Após discorrer sobre o referido tema, a candidata foi arguida pelos examinadores, na forma regimental. Ato contínuo, passou a comissão em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito **APROVADA**. Face à aprovação, o Presidente declarou achar-se a avaliada legalmente habilitada a receber o Grau de Doutora em Geografia, cabendo à Universidade Federal da Paraíba, providências, como de direito, à expedição do Diploma a que a mesma fez jus. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a Ata, que segue assinada e aprovada pela Comissão Examinadora.


Prof. Dr. Pedro Costa Guedes Vianna
Orientador


Prof^a Dr^a. Karina Massei
Coorientadora

39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57


Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos
Examinador interno


Prof. Dr. Richarde Marques Silva
Examinador interno


Prof. Dr. Victor Hugo Rabelo Coelho
Examinador Externo


Prof. Dr^a. Valéria Raquel Porto de Lima
Examinadora Externa

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729a Souza, Maria Cecilia Silva.

Análise das mudanças na linha costeira e do turismo náutico em um recife costeiro urbano no Nordeste do Brasil / Maria Cecilia Silva Souza. - João Pessoa, 2023.

123 f. : il.

Orientação: Pedro Costa Guedes Vianna.

Coorientadora: Karina Massei.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Ambientes recifais. 2. Recife do Seixas - Turismo. 3. Linha costeira - Turismo náutico. I. Vianna, Pedro Costa Guedes. II. Massei, Karina. III. Título.

UFPB/BC

CDU 627.222.24(043)

*A minha filha Sofia, por ter sido
o motivo da maior transformação
na minha vida, te amo
incondicionalmente.*

*A todas as mães que enfrentam
diariamente a luta na ciência.*

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha gratidão às pessoas que me auxiliaram no decorrer dessa pesquisa. A Deus por manter minha sanidade e força, e principalmente por mandar minha pequena Sofia para meus braços.

A minha mãe Josefa Aparecida e a minha irmã Cidíia Silva Souza, exemplos de força e amor a quem eu devo eterna gratidão por sempre estarem dispostas a cuidarem da nossa Sofia. Aos meus sobrinhos Arthur, Enzo e Gabriel meus meninos, a qual eu amo imensamente e que tornaram essa caminhada mais alegre. A meu Pai Marcelo Cicero e meus irmãos Marcelo Henrique e Paulo Henrique pela compreensão e parceria.

A Eduardo Bruno, pelo companheirismo e parceria de vida. Obrigado por compreender minha ausência.

A Camila Leite de Melo Ruffo, Camila Jérssica e Raquel Ramos que estiveram ao meu lado nessa jornada. A Weligton da Silva pelas caronas diárias e risadas garantidas.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia pelo conhecimento dado e orientações. Em especial ao professor Richarde Marques da Silva, pela paciência e auxílio; essa tese não existiria sem a sua colaboração.

A meu orientador Pedro Costa Guedes Vianna, pelos ensinamentos de vida.

A Karina Massei, parceira de pesquisa e vida, você faz parte de mim amiga, sem sombra de dúvidas é um abraço que acolhe e entende o meu coração.

Ao laboratório LEGAT – por abrigar parte da execução dessa pesquisa, à Associação de Geógrafos Brasileiros (AGB)- Seção local João Pessoa, abrigo das horas difíceis.

Agradeço imensamente ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, que financiou a realização dessa pesquisa.

A todos e todas que contribuíram direto e indiretamente nessa pesquisa, muito obrigado, e lembre-se: “Ajudar a mãe a alcançar um futuro melhor para ela é, conseqüentemente, contribuir para um futuro melhor para os filhos dela”. Rossana Soletti, do núcleo central do movimento Parent in Science.

*O sonho é que leva a gente para a frente.
Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.
No meu ver o ser humano tem duas saídas
para enfrentar o trágico da existência:
o sonho e o riso.
Ariano Suassuna*

Resumo

No Brasil, os recifes estão distribuídos por cerca de 3.000 km entre as latitudes 0°50' S a 18°00' S. De acordo com Massei et al. (2023), os recifes costeiros na região do Nordeste do Brasil encontram-se localizados paralelamente à linha de costa, em profundidades de 5 a 10 m, e a maioria se desenvolve sobre as rochas da praia, como é o caso do recife do Seixas. Este estudo tem como objetivo analisar o crescimento do turismo, a diversidade geocológica no recife do Seixas e as mudanças na linha costeira no município de João Pessoa. As principais metodologias foram pautadas e caracterizadas como multidisciplinar pois tratou-se de dados referentes a geomorfologia do ambiente, biologia das espécies, gestão ambiental, turismo costeiro e marinho, resultando na compilação destes ao longo dos anos resultando em uma análise sobre a dinâmica de mudança da linha costeira na face da praia do Seixas entre os anos de 2010 e 2020: na qual foi evidenciado que a dinâmica da linha costeira ao longo de um período de 10 anos, identificou uma predominância de erosão crítica para os dois satélites Landsat e Sentinel-2, sendo possível observar uma intensa atividade dinâmica na região. Além de evidenciar a evolução recente do turismo (distribuição de embarcações sobre os ambientes recifais e crescimento do setor de serviços (hospedagem) a zona costeira) entre os anos de 2010 até 2020; nos últimos 10 anos nos revela um aumento significativo de uso no ambiente recifal do Seixas. Ao analisar esses dados espacialmente, observamos que o turismo apresentou um padrão de expansão do vindo do Norte para o Sul. As embarcações que partem da rota Tambaú Seixas são a maioria no recife representando atualmente cerca de 50% das embarcações. É recomendado a realização de mais estudos específicos, mas fica comprovado que a dinâmica da linha de costa na área tem uma influência do ambiente recifal e este está condicionado a fatores de conservação a quais o turismo sem regulação não parece respeitar, desse modo, essa atividade cada dia mais descontrolada chegara ao ponto de o ambiente não ter sua capacidade de resiliência suficiente para continuar a exercer proteção a costa.

Palavras-chave: Ambientes recifais, Linha de costa, Turismo.

Abstract

In Brazil, the reefs are distributed over approximately 3,000 km between latitudes 0°50' S to 18°00' S. According to Massei et al. (2023), coastal reefs in the Northeast region of Brazil are located parallel to the coastline, at depths of 5 to 10 m, and the majority develop on the beach rocks, as is the case of the Seixas reef. This study aims to analyze the growth of tourism, geoecological diversity in the Seixas reef and changes in the coastline in the municipality of João Pessoa. The main methodologies were guided and characterized as multidisciplinary as they dealt with data relating to environmental geomorphology, species biology, environmental management, coastal and marine tourism, resulting in the compilation of these over the years resulting in an analysis of the dynamics of change of the coastline on the face of Seixas beach between the years 2010 and 2020: in which it was evidenced that the dynamics of the coastline over a period of 10 years, identified a predominance of critical erosion for the two satellites Landsat and Sentinel- 2, making it possible to observe intense dynamic activity in the region. In addition to highlighting the recent evolution of tourism (distribution of vessels over reef environments and growth of the service sector (accommodation) in the coastal area) between the years 2010 and 2020; in the last 10 years reveals a significant increase in use in the Seixas reef environment. When analyzing this data spatially, we observed that tourism showed a pattern of expansion from North to South. Vessels departing from the Tambaú Seixas route are the majority on the reef, currently representing around 50% of vessels. It is recommended that more specific studies be carried out, but it has been proven that the dynamics of the coastline in the area is influenced by the reef environment and this is conditioned by conservation factors that unregulated tourism does not seem to respect, therefore, this activity increasingly out of control, it reached the point where the environment did not have enough resilience to continue protecting the coast.

Keywords: Reef environments, Coastline, Tourism.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Hipótese	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Análise espacial e geotecnologias: aplicação para conservação	18
2.2 Derivações antropogênicas da paisagem costeira: Comunidades costeiras e sua linha de costa	23
2.3 Geologia e sedimentologia na costa.....	27
2.5 Ambientes recifais: sua vulnerabilidade e importância.....	30
2.6 Turismo, economia e conservação.....	33
2.7 Planejamento para a proteção marinha	35
3. ÁREA DE ESTUDO	39
3.1 Localização geográfica.....	40
3.2 Geologia	41
3.3 Granulometria	44
3.4 Teor de Matéria Orgânica (MOT).....	45
3.5 Teor de Carbonato Total (TCT)	45
3.6 Análise da distribuição geográfica da cobertura bentônica.....	46
3.6.1 Algas.....	47
3.6.2 Corais e hidróides calcareos.....	53
3.6.3 Poríferos e zoantideos	54
3.6.4 Rodólitos lisos e rodólitos rugosos	55
3.7 Clima.....	56
3.8 Ventos, maré e correntes	58
3.9 Maritimidade e a cidade	59
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	62
4.1 Aquisição de dados.....	62
4.1.2 Batimetria da região de influência do recife do Seixas	62
4.3 Análise da mudança da linha de costa	64
4.3.1 A Plataforma Coast Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE)	64

4.3.2 Definição da linha base	66
4.3.3 Classificação linguística	67
4.3.4 Uso do solo na faixa costeira da área de estudo	70
4.4 Dados espaço-temporais do turismo	70
4.4.1 Dados de transporte turístico náutico	71
4.4.2 Identificação das rotas turísticas das embarcações cadastrados	71
4.4.3 Identificação dos prestadores de serviços do turismo náutico.....	72
4.4.4 Identificação dos meios de hospedagem.....	72
4.4.5 Identificação da capacidade dos meios de hospedagem	73
4.5 Espacialização dos dados em ambiente SIG	73
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
5.1 Análise dos dados físicos.....	75
5.1.2 Batimetria.....	75
5.3 Análise da linha de costa	77
5.4 Uso do solo na faixa dos bairros costeiros do município de João Pessoa	84
5.3 Pressão antrópica no ambiente recifal	87
5.3.1 Embarcações de turismo.....	88
5.3.2 Rotas marítimas do turismo nos ambientes recifais.....	91
5.3.3 Análise dos prestadores de serviços do turismo náutico	96
5.3.4 Análise dos meios de hospedagem	97
5.3.5 Análise da capacidade máxima dos leitos dos meios de hospedagem	98
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	100
6.1 Conclusões	100
6.2 Recomendações	101
7. REFERÊNCIAS.....	103

Lista de Tabelas

Tabela 1: Setorização do ambiente recifal, conforme a morfologia.....	63
Tabela 2: Classificação dos sedimentos de acordo com o tamanho das partículas adaptada (SUGUIO, 1973).....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3: Graus de intensidade dos valores dos índices de diversidade.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4: Classificação das classes propostas por Esteves e Finkl (1998).....	67
Tabela 5: Grupos bióticos identificados no recife do Seixas.	47
Tabela 6: Análise estatística dos índices das espécies analisadas...	Erro! Indicador não definido.
Tabela 7: Resultado do status de alteração da linha costeira e do parâmetro de Esteves e Finkl (1998).....	77
Tabela 8: Resultado das linhas de costas Santinel-2 com base nas classes aplicadas por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acréção, estável, erodida e criticamente erodida).	80
Tabela 9: Uso do solo na cidade de João Pessoa.	85
Tabela 10 : Tipologia das embarcações observadas no ambiente recifal do Seixas.	Erro! Indicador não definido.
Tabela 11: Quantidade de embarcações por ambiente recifal cadastrados entre os anos de 2010 a 2020.....	88

Lista de Figuras

Figura 1: Formação na linha de costa de salientes.	26
Figura 2: Localização da área de estudo os Ambientes recifais do Seixas.	41
Figura 3: Correntes litorâneas da praia do Seixas e o efeito de difração por influência do recife.	59
Figura 4: Ocorrência de (a) Dictyota e (b) Sargassum na área de estudo.	48
Figura 5: Ocorrência de (a) Corallinacea e (b) Gracilariaceae na área de estudo.	50
Figura 6: Ocorrência de Halimeda (a) Caulerpaceae e (b) Ulvaceae (c).	51
Figura 7: Ocorrência de Udoteaceae, Codiaceae, Gracilariaceae.	52
Figura 8: Ocorrência de (a) Siderastreidae, (b) Milleporidae, (c) Mussidae.	54
Figura 9: Ocorrência de (a) Zoanthidae, (b) Porifera.	55
Figura 10: Ocorrência de (a) rodólitos lisos e (b) rodólitos rugosos.	56
Figura 11: Metodologia de aquisição de dados pelo ecobatímetro HD-MAX.	62
Figura 12: Mapa da distribuição dos pontos de coleta e definição dos setores do ambiente recifal do Seixas.	64
Figura 13: Localização dos locais da realização dos testemunhos realizados no ambiente do Seixas.	Erro! Indicador não definido.
Figura 14: Vista inicial da plataforma CASSIE.	65
Figura 15: Procedimento de identificação da linha de costa com a CASSIE.	69
Figura 16: Batimetria do ambiente recifal.	75
Figura 17: 3D dados batimétricos da zona de influência do ambiente recifal do Seixas.	76
Figura 18: Linhas de costas Landsat 2013, 2014.	80
Figura 19: Linhas de costas anuais geradas com base em imagens Sentinel- 2, para o período de 2016 a 2020.	83
Figura 20: Uso do solo na zona de influência continental da área de estudo para os anos de 2000, 2010, e 2010.	86
Figura 21: efeitos antrópicos no ambiente recifal do Seixas (a) limpeza da embarcação (b) bóias de marcação para poitas (c) uma das formas de uso do ambiente recifal pela comunidade local (d) uso do recife pelos turistas embarcados de Tambaú (e) ancoragem (f) Mergulho autônomo.	87
Figura 22: Embarcações com cadastro em atividade turística nos ambientes recifais do estado da Paraíba.	89
Figura 23: Distribuição das embarcações com cadastro atualizado em 2020.	90
Figura 24: Rotas de acesso aos ambientes recifais do estado da Paraíba.	92
Figura 25: Quantidade de embarcações de passeios turísticos no recife do Seixas de 2010 a 2020.	94
Figura 26: Áreas do recife do Seixas com a concentração de embarcação no ano de 2020.	95
Figura 27: Concentração dos meios de hospedagens nos anos 2010, 2015 e 2020.	97
Figura 28: Concentração da capacidade máxima dos Leitos dos meios de hospedagens nos anos 2010, 2015 e 2020.	98

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira representa uma região geográfica de transição entre a massa terrestre continental e o ambiente marinho (BRASIL, 2010). Esta região abriga os recifes de corais, que são considerados um dos ecossistemas mais produtivos e complexos do planeta devido à sua diversidade biológica (LEVY et al., 2023). Esse ecossistema tem sofrido constantes alterações devido a ações antrópicas (BURKE; SPALDING, 2022), e medidas de proteção ambiental devem ser empregadas para atenuar os impactos sofridos neste ambiente (PANDOLFI et al., 2011).

A crescente urbanização das zonas costeiras influencia o estado de conservação e a biodiversidade dos ecossistemas marinhos. Há várias décadas, os recifes em todo o mundo estão enfrentando graves ameaças, como apontados por Cesar et al. (2003) que precisam de conservação, pois é um ecossistema extremamente frágil. Cerca de 30% a 40% dos recifes do planeta estão severamente prejudicados e, nas próximas três décadas, é possível que 60% destes ambientes estejam completamente degradados, devido às pressões antrópicas e mudanças climáticas de ordem global (ABE et al., 2022a). No Brasil, os recifes estão distribuídos por cerca de 3.000 km entre as latitudes 0°50' S a 18°00' S (LEÃO et al., 2003; FERREIRA, et. al., 2013).

De acordo com Massei et al. (2023), os recifes costeiros na região costeira do Nordeste do Brasil encontram-se localizados paralelamente à linha de costa, em profundidades de 5 a 10 m, e a maioria se desenvolve sobre as rochas da praia, como é o caso do recife do Seixas, objeto deste estudo.

Assim, entender os impactos antrópicos na zona costeira dentro de uma abordagem geoecológica permite uma análise sistêmica, holística e integrada dos componentes, processos e interferências atuantes nessa região. Esse tipo de análise é de suma importância e permite entender os impactos e diversidade ecológica nesse ecossistema.

Na escala histórica evolutiva, a humanidade aprendeu a transformar o espaço, resultando em diversas mudanças na paisagem (CHOLLEY, 1964), bem como a interação sistêmica de seus elementos, cada qual com seu papel de ação.

Deve-se destacar que, as atividades humanas nas zonas costeiras são diversas, porém o crescimento urbanístico desordenado é propulsor de vários impactos relevantes (OLIVEIRA, 2010) como: desmatamento dos biomas costeiros, verticalização da área

construída, e lançamento de efluentes domésticos e industriais nos cursos de água, que poluem e alteram a dinâmica dos sedimentos, podendo levar ao estreitamento da faixa de praia e até mesmo na perda da biodiversidade e qualidade ambiental. No caso dos ambientes recifais impactos como a pesca predatória, o turismo náutico desordenado e a poluição podem ser exemplificados como fatores que ocasionam a redução da biodiversidade marinha (COSTA, 2016).

Essa exploração desmedida ocasiona o esgotamento da diversidade biótica e abiótica desses ecossistemas. Um exemplo disso é a substituição da cobertura vegetal original na zona costeira, sobretudo as localizadas próximas a barreiras, que acarreta uma descaracterização dos ecossistemas e das unidades geológicas, gerando desequilíbrio na dinâmica costeira e problemas sociais (SILVA, 2019). Pode-se destacar ainda que mudanças na linha de costa e o estreitamento das áreas de praia podem ser influenciados por ações antrópicas (MISHRA et al., 2023).

Na Paraíba, estudos relacionados aos recifes costeiros ainda são escassos (LEITE et al., 2020) e poucos estudos retratam a diversidade de espécies associadas à fatores ge ecológicos, sendo o caso do recife do Seixas um dos pioneiros (MASSEI et al., 2023).

Atualmente, acompanhamos uma sociedade, fundamentada nos valores do consumismo, do avanço tecnológico e da industrialização, sob a ótica do universo capitalista, provocando um desequilíbrio de diversas áreas em todo o mundo, inclusive em ambientes recifais. Grande parte dos ambientes recifais no mundo coexistem com atividades antrópicas intensas em virtude da sua proximidade com a linha de costa, que possui uma densa ocupação e urbanização que facilita o acesso aos ambientes (MACEDO, 1999). Se por um lado a ocupação e a densidade de serviços no continente estreitam a Zona de praia, do outra o mar responde as diferentes interferências impostas, sejam eles globais resultando no aumento do nível relativo médio do mar, ou locais com uso extremo do turismo dos ambientes recifais que protegem a costa.

Dessa forma, esta pesquisa buscou discutir sobre a necessidade de conservar ambientes recifais e realizar pesquisas que informem aos órgãos públicos e à sociedade sobre o atual avanço do turismo nos ambientes recifais. Correlacionando dados físicos sobre a cobertura recifal biótica e abiótica, batimetria, granulometria, linha de costa, com dados sobre a distribuição espaço-temporal do turismo e seu crescimento sobre um ambiente recifal, no Estado da Paraíba.

Considerando a diversidade da importância desses ambientes e ao fato desses ecossistemas serem extremamente frágeis, na qual a grande maioria dos organismos

presentes, inclusive os corais, que são os principais formadores de recifes, apresentam uma faixa de tolerância aos fatores ambientais (temperatura, poluição, pisoteio etc.) muito estreita (CONNELL, 1978; ODUM, 1988). É de extrema necessidade ampliar os estudos voltados à conservação desses ambientes, uma vez que eles podem estar sofrendo impactos irreversíveis na sua formação, pelo uso excessivo do turismo. Portanto, o aumento do uso turístico de embarcações em áreas costeiras pode ter impactos significativos na dinâmica do sistema local que perpassam desde mudanças da linha costeira, até a perda de biodiversidade. É importante que sejam adotadas práticas de turismo sustentável que minimizem esses impactos e promovam a conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos.

Grande parte das atividades antrópicas realizadas na faixa costeira estão relacionadas ao turismo, uma atividade que é representativa para o PIB (Produto Interno Bruto) do Estado da Paraíba. Em particular, João Pessoa é a cidade que concentra predominantemente essa atividade. Além disso, a cidade apresenta uma alta densidade demográfica, sendo considerada a mais populosa do Nordeste de acordo com o último censo demográfico (BRASIL, 2023), sem levar em consideração o aumento populacional decorrente do turismo na região.

Assim, é extremamente importante realizar um estudo que: (i) avalie a dinâmica de mudança da linha costeira na face da praia do Seixas ao longo dos anos; (ii) analise a diversidade biótica e os componentes abióticos ambiente recifal do Seixas; e, (iii) investigue a evolução do turismo náutico sobre os ambientes recifais de João Pessoa e Cabedelo, para compreender como o desenvolvimento litorâneo se relaciona com o uso do ambiente recifal do Seixas.

1.1 Hipótese

As hipóteses nesta Tese foram:

1. O turismo náutico reproduz a lógica de apropriação da paisagem, ao longo dos ambientes recifais da zona costeira. Ou seja, o turismo náutico, ao buscar constantemente novos locais para explorar ao longo dos ambientes recifais da zona costeira, contribui para a reprodução da lógica de apropriação da paisagem.

2. A qualidade e características da linha costeira têm um impacto significativo no desenvolvimento do turismo náutico. A presença de praias acessíveis, infraestrutura portuária adequada, diversidade de paisagens costeiras e condições seguras de embarque para a navegação são fatores determinantes para atrair e sustentar o turismo náutico."

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o crescimento do turismo náutico no recife do Seixas, e as mudanças na linha costeira na faixa de praia frente ao ambiente recifal.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a dinâmica de mudança da linha costeira na face da praia do Seixas entre os anos de 2010 e 2020.
- Analisar a evolução recente do turismo náutico considerando a distribuição de embarcações sobre os ambientes recifais e o desenvolvimento dos serviços/segmentos diretamente envolvidos na zona costeira entre os anos de 2010 até 2020 no município de João Pessoa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise espacial e geotecnologias: aplicação para conservação

As geotecnologias desempenham um papel fundamental nos estudos ambientais, fornecendo ferramentas e métodos para a coleta, análise e interpretação de dados geográficos em estudos ambientais.

As geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de tecnologias para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise, disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica (ZAIDAN, 2017). Que para Câmara; Davis; Monteiro (2001), a torna como uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Está vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional.

Nessa perspectiva os estudos ambientais, através de análises conjuntas dos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos foram precursores no uso dessas tecnologias, principalmente no que tange a análise espacial e a interpolação de dados. (CARVALHO; PINA; SANTOS, 2000).

Para compreender essas inter-relações dos fenômenos que causam mudanças ambientais, com o uso de geotecnologias como o Sistemas de Informação Geográfica - SIG, Cartografia Digital, Sistema Global de Posicionamento por Satélites (GPS) e o Sensoriamento Remoto, é necessário mais do que o domínio da técnica, deve-se destacar que o olhar científico colocado sobre o resultado é o principal elo entre o uso dessas técnicas e a realidade da área analisada (SOUZA, 2018). Possibilitando análises com maior teor de veracidade. Uma das geotecnologias mais utilizadas é o SIG estes são sistemas computacionais usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico (CARVALHO; PINA; SANTOS, 2000).

O uso de SIG para estudos ambientais, torna as tomadas de decisão na Gestão ambiental mais eficazes, por se tratar de um instrumento capacitado a desenvolver análises de dados espaciais com grande exatidão (SILVA, 2001). Xavier da Silva (2001) ainda ressalta que os SIGs além de permitirem a avaliação de situações ambientais com precisão e economia de esforço humano na coleta e reorganização desses dados, ainda abrem possibilidades para investigações ambientais de

profundidade. Sendo sistemas de baixo custo e eficientes para administradores, pesquisadores, militares e políticos interessados nos problemas locais, estaduais, regionais e internacionais.

Uma ferramenta bastante utilizada nas geotecnologias, dentro dos SIGs é a interpolação de dados, está proporciona uma análise espacial mais elaborada, sendo um procedimento para se estimar valores das propriedades dos locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos e abrangendo para a área como um todo (BURROUGH, 1986).

Trabalhos como os de Lessa; Castro; Teixeira (2005), que realizou uma variabilidade da turbidez e taxas de sedimentação na zona costeira (BA) com dados interpolados, revelaram que existiam evidências de impacto das atividades de dragagem no canal dos recifes de corais estudados no local. Destacam a eficácia desse método. Mazzini; SCHETTINI (2009) traz uma avaliação sobre as metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros, que revelou que a resoluções das grades de interpolação devem ter coerência com resoluções de malhas amostrais. Portanto esclarece que um grande esforço computacional para interpolação através do aumento da resolução da malha não necessariamente gerara os melhores resultados.

Tornando assim essa ferramenta indispensável no diagnostico ambiental de ambientes recifais, pois possibilita a análise dos ambientes em diversos anos e em várias escalas, garantindo a criação de um banco de dados que proporcione o monitoramento desses ambientes, facilitando uma gestão eficiente com intuito de conservação (SILVA,2001).

A cartografia digital visa à representação gráfica da realidade geográfica através da computação, fornecendo mais rapidez e precisão na elaboração dos mapas finais. Nas últimas décadas, os avanços científicos e tecnológicos contribuíram para larga utilização dessa técnica (FARIAS et al, 2016).

Já o Sensoriamento Remoto é uma das geotecnologias mais utilizadas para interpretação de dados marinhos, este proporciona a interpretação de dados na forma de imagens, em seus diferentes níveis, desde informações atmosféricas até dados batimétricos. Daí sua aplicabilidade em medições das profundidades nos oceanos (batimetria), delimitação da linha de costa, inspeções submarinas, caça de minas submersas, detecção de cardumes e comunicações submarinas. Santos et al. (2007) realizou uma pesquisa sobre o mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau a Maracajau, que revelou que o uso do sensoriamento remoto

integrado a dados de campo se constitui em uma técnica acessível, rápida e precisa para o mapeamento de áreas submersas onde as águas são límpidas. Este estudo ainda revelou as construções carbonáticas afastadas da costa, sejam elas recifes ou bancos areníticos.

Num ambiente computacional, a noção de mapa deve ser estendida para incluir diferentes tipos de dados como imagens de satélites, modelos numéricos e dados coletados in situ. Para Câmara; Davis; Monteiro (2001), considerar o uso do SIG de forma genérica é: “Se questionar se o onde é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho” (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG.

Os mapas cartográficos, arquivos batimétricos, dados oceanográficos e meteorológicos históricos, dados coletados in situ, entre outros podem ser transferidos para um ambiente SIG. Este pode oferecer também, mecanismos para combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação e análise, e para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Mota (1999) revela que os dados de um ambiente SIG podem ser originários de diversas fontes, classificadas genericamente em primárias (levantamento direto no campo ou produtos obtidos por sensores remotos) e secundárias (mapas e estatísticas), que são derivadas das fontes primárias. Em geral, os SIGs são utilizados como ferramenta de análise espacial, na modelagem e simulação de cenários, como subsídio à elaboração de alternativas para a decisão da política de uso e ocupação do solo, ordenamento territorial, equipamentos urbanos e monitoramento ambiental, entre outras aplicações complexas, que envolvem diferentes componentes dinâmicos.

Dados sobre o uso de SIG para o mapeamento de recifes de corais são registrados desde o final da década de 1970, quando teve início a utilização de imagens de sensores orbitais para o mapeamento e o estudo de recifes de coral (MOREIRA, 2008). Sendo importante salientar que a pesquisa de Moreira (2008) é um dos primeiros trabalhos que resgatam todo um registro sobre as pesquisas relacionadas a mapeamento de corais, sendo ela uma das principais referências quanto ao uso dessas tecnologias. Moreira (2008) registra o início desse despertar para o uso SIGs:

Em 1985, foi organizado pela Unesco¹ (UNESCO, 1986) o primeiro workshop sobre as aplicações de técnicas digitais de sensoriamento remoto para estudos oceanográficos e estuarinos, mais especificamente, para o estudo de recifes de corais. Alguns trabalhos importantes para essa nova área de conhecimento foram apresentados no evento, como o de Kuchler (1985) que utilizou uma imagem Landsat4 para o mapeamento de um recife de coral da Grande Barreira de Coral e o de Jupp (1985) que analisou as limitações de vários sensores remotos para o mapeamento de habitats submersos. Posteriormente, Kuchler et al. (1988) avaliaram a tecnologia até então desenvolvida para o sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento e monitoramento dos ambientes recifais e propuseram o desenvolvimento de sensores mais refinados espacial e espectralmente (MOREIRA, 2008, p. 12).

É válido ressaltar que as geotecnologias têm chamado a atenção de diversos pesquisadores, especialmente no contexto dos ambientes recifais. Ao longo dos anos, muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de aprimorar o uso e aplicação científica dessas tecnologias, como evidenciado em estudos como aqueles conduzidos por Estep; Holloway (1992) com o mapeamento do Golfo Pérsico. Já Khan; Dolberg; Akbar (1992) buscaram minimizar os efeitos da coluna d'água na detecção do fundo nos recifes do Caribe, e Maritorena (1996) que aplicou o mesmo método para a Polinésia Francesa. Ao longo dos anos foram criadas várias propostas para melhorar o uso de imagens com águas turvas o “coeficiente de profundidade invariante” proposto por Lyzenga (1981), Tassan (1996), Sheppard et al. (1995) que buscava a utilização de fotografias aéreas (1:10.000) para mapear o recife de coral de Anguila, no Caribe, e determinar suas características geológicas, batimétricas e biológicas.

Deve-se salientar que a busca por encontrar dados e suas características, fazem parte da análise espacial de dados geográficos. Segundo Câmara; Davis; Monteiro (2001), a ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita.

Pesquisas como essas passaram cada dia mais a ganhar destaque principalmente quando se avalia a relação custo (financeiro e temporal) em pesquisas como as de Green et al. (1996) que avaliou a acurácia dos dados de diversos sensores remotos aplicados ao mapeamento de habitats recifais e discutiram as implicações dessa relação para o manejo costeiro, ressaltando vantagens e desvantagens de cada sensor.

¹ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) é uma agência especializada das Nações Unidas (ONU) com sede em Paris, fundada em 4 de novembro de 1946 com o objetivo com o objetivo de garantir a paz por meio da cooperação intelectual entre as nações, acompanhando o desenvolvimento mundial e auxiliando os Estados-Membros – hoje são 193 países – na busca de soluções para os problemas que norteiam nossas sociedades.

Uma das principais contribuições para as geotecnologias analisadas por Moreira (2008) foram as de Lyzenga (1978; 1981), Mumby; Harborne (1999) e Spalding; Grenfell (1997) que resultou em uma publicação pela UNESCO do livro “Sensoriamento Remoto para o Manejo Costeiro Tropical”, que resumiu o “estado da arte” em termos de uso operacional de sensoriamento remoto para aplicações em zonas costeiras até 1999. Esse trabalho reuniu todas as informações relevantes para o mapeamento de habitats submersos, profundidade e qualidade da água, incluindo a descrição e análise das técnicas de sensoriamento remoto, e a avaliação dos sensores disponíveis. Eles mensuraram as áreas recifais rasas utilizando grids de 1km em escala global e regional.

Outra grande contribuição foi à construção Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras (2006), resultado da tese de doutorado de Prates (2003), que avaliou a representatividade dos recifes de coral nas UCs Marinhas do Brasil. O Atlas contém mapas temáticos dos sistemas recifais presentes nas UCs, a partir da vetorização de imagens TM e ETM+ e SPOT (MOREIRA, 2008).

Neste mesmo período o INPE (instituto nacional de pesquisas espaciais) realizou um estudo com dados sobre ambientes recifais com imagens orbitais Landsat e Spot que possibilitaram um mapeamento dos recifes e da zona costeira da APA Costa dos Corais (PE), como ferramenta de apoio ao manejo daquela Unidade de Conservação UC (BRAGA; GHERARDI, 2001). Norteando a realização de grandes pesquisas como as de Reuss-Strenzel (2004), que mapeou os recifes costeiros de Tamandaré – PE utilizando a técnica de fusão de imagens (Landsat TM5 e fotografias aéreas) para avaliar as alterações na baía de Tamandaré e as suas consequências para a sobrevivência dos corais, apoiando a gestão da APA.

Mais atualmente pesquisas como as de Arantes; Seoane (2017) que criaram uma base de dados em SIG aplicada à modelagem ambiental com os aspectos fisiográficos, sedimentológicos e biológicos em recifes de coral em Porto Seguro, Bahia. Na Paraíba pesquisas como as de Souza (2018) que também partem do uso de SIG para a criação de um banco de dados sobre a cobertura biótica e abiótica do recife do Seixas evidenciaram o uso dessa geotecnologia. Assim também como em Souza et al (2016) o SIG foi utilizado, para comparar a distribuição de corais do ano de 2001 com a situação real do ano de 2015 para o recife de Picãozinho.

Ressalta-se assim a importância do uso dessas tecnologias no âmbito das análises espaciais, pois estas permitem um maior detalhamento e possibilitam a prática de

monitoramento, buscando viabilizar ações para uma gestão adequada desses ecossistemas, que garantam a conservação e uso.

2.4 2.2 Derivações antropogênicas da paisagem costeira: Comunidades costeiras e sua linha de costa

A zona costeira do Brasil, que desempenhou um papel central no processo de colonização, tem sido usada ao longo da história para fins de assentamento humano e exploração dos recursos naturais. Isso resultou na concentração da ocupação nas regiões costeiras do país. Atualmente, há um interesse significativo da população em buscar essa região para atividades de lazer, habitação e oportunidades econômicas, o que evidencia o intenso impacto humano na zona costeira brasileira.

De tal forma, que os ecossistemas costeiros que sofrem direta ou indiretamente os impactos de tal intervenção são: os recifes de coral e ilha (cujo impacto resulta na degradação de espécies únicas); cobertura vegetal litorânea (mangue, mata atlântica, restinga, coqueirais etc, o que resulta na perda de potencial ecológico); corpos d'água litorâneos (processo de assoreamento e alvo de lançamento de substâncias tóxicas); e o patrimônio cultural e modos tradicionais de vida (CIMA, 1991).

No contexto brasileiro, a ocupação do espaço litorâneo ocorreu por motivos diversos ao longo da história. Durante as grandes navegações e o processo de colonização do país, a fixação na zona costeira era motivada tanto por razões estratégicas, como a defesa do território, quanto por motivos econômicos, como a atividade portuária. Esses fatores desempenharam um papel fundamental na importância atribuída à ocupação da região costeira (MOTA, 2017).

Mota (2017) ainda destaca que a transformação do cenário costeiro brasileiro está intimamente ligada à história mais recente do país, especialmente ao longo do século XX. Nesse período, ocorreu uma redefinição da ocupação do ambiente litorâneo, em que o valor estratégico e a função portuária perderam importância em relação ao apelo paisagístico oferecido pelas belas paisagens naturais típicas das áreas costeiras. Dentro dessa perspectiva, as frentes litorâneas das cidades próximas à costa passaram a ser valorizadas do ponto de vista econômico e, conseqüentemente, ocupadas principalmente pelas classes de maior poder aquisitivo.

Desde a década de 70 os países em subdesenvolvimento vêm passando por um intenso processo de urbanização. Segundo o censo do IBGE (2010), 26% da população total brasileira reside em municípios litorâneos, e a tendência mundial é justamente a

ocupação predominante da zona costeira. Não obstante, parte desta população está ocupada em atividades econômicas, direta ou indiretamente, ligadas aos recursos dos espaços costeiros.

Considerando esse contexto, o ministério do meio ambiente (2018) calculou que o Brasil apresenta 274 municípios costeiros, distribuídos em 17 estados e com 8.500 km de costa litorânea, altamente urbanizados. Portanto, as zonas costeiras foram fortemente afetadas com o processo de ocupação territorial e conseqüentemente sofreram os impactos da urbanização, e ainda no que concerne aos impactos negativos, as mudanças climáticas também têm afetado demasiadamente as cidades litorâneas trazendo grande preocupação quanto ao futuro da região (PINHO,2021).

Devemos destacar que o processo de ocupação do Brasil foi marcado pelo uso incorreto dos recursos naturais, principalmente o solo. A substituição da cobertura original, somado a descaracterização dos ecossistemas e das unidades geológicas, e a interferência na dinâmica costeira acarretaram muitos problemas sociais e ambientais. Dentre eles a erosão costeira nos municípios litorâneos.

A erosão costeira ocorre em 70% das praias arenosas do planeta, o que torna esse processo uma preocupação global (BIRD, 2008). A erosão costeira é normalmente caracterizada como uma ação natural que modela cotidianamente as feições litorâneas e apresenta um importante papel na morfologia desses ambientes (DOYLE et al., 1984). Esta ocorre quando o balanço sedimentar de uma praia é negativo, ou seja, quando a praia perde mais sedimentos do que recebe. O recuo da linha de costa é uma consequência deste processo (SOUSA,2013).

A erosão costeira, entendida como um risco geológico para o homem, tende a se agravar nos próximos anos em função do aparecimento de uma filosofia de lazer e turismo voltada para a zona costeira e para o mar (DOMINGUEZ et al, 2018). Os planos estaduais de turismo estão incluindo grandes projetos na zona costeira, o que aumenta significativamente o perigo para essas áreas. Nota-se a falta de planejamento adequado que leve em consideração as limitações impostas pelos fenômenos geográficos naturais, agravando o problema de erosão que atinge a linha de costa e potencializam os danos nos ecossistemas marinhos.

Na busca por diminuir os danos causados na zona costeira, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), em sua Resolução nº 01, de 21 de novembro de 1990, aprovou o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que conceitua a Zona Costeira, no subitem 3.1, como “a área de abrangência dos efeitos

naturais resultantes das interações terra-mar-ar, leva em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral, como ilhas, estuários e baías” (CARRIÇO; PINHO, 2021).

No estado da Paraíba foi criado o Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba, pelo Decreto Estadual nº 15.149, de 19 de fevereiro de 1993. que instituiu a Comissão Estadual e deu outras providências (PARAÍBA, 1993).

Ao longo da história, a Administração Pública demonstrou maior preocupação com o desenvolvimento econômico e aspectos como segurança, saúde e transporte, deixando a questão ambiental em segundo plano até que se tornou crítica. Consequentemente, quando a legislação ambiental brasileira foi consolidada, grande parte da Zona Costeira do país já havia perdido sua característica original e estava praticamente ocupada. Complexos habitacionais e áreas de lazer foram estabelecidos ao longo da costa, comprometendo sua estrutura ambiental. Sempre buscando a orla como área de povoamento.

A orla costeira é definida como a porção do território em que o mar exerce uma forte influência, sendo uma estreita faixa de contato entre a terra e o mar, na qual ocorrem intensos processos costeiros que podem alterar a configuração da linha de costa por meio de efeitos erosivos ou deposicionais (BRASIL, 2007). Nessa faixa, Muehe (2001) destaca que a atividade humana representada pela destruição da vegetação e construção de edificações resulta em degradação ambiental latente como o desequilíbrio no balanço sedimentar e da linha de costa.

No litoral paraibano é bastante visível a formação na linha de costa de salientes (Figura 01), que são formas de acumulação costeira que se projetam mar adentro, formadas em decorrência da proteção oferecida por formações recifais presentes próximas à linha de costa (DOMINGUEZ, et al 2018). Essas pequenas variações na posição da costa estão sempre ocorrendo nas vizinhanças do ápice destes salientes. Por serem feições deposicionais, são mais numerosos no compartimento central do Estado (Lucena, Cabedelo e Tambaú) e nas vizinhanças da desembocadura do rio Tracunhaém (Pitimbu) e Mamanguape (baía da Traição). As mudanças (erosão ou progradação) verificadas são pequenas, porém suficientes para impactar as construções situadas muito próximas da linha de costa, sua assimetria muda sazonalmente ou interanualmente em decorrência de mudanças no sentido resultante do transporte promovido pelas ondas, provocando erosão e progradação da linha de costa. (DOMINGUEZ; NEVES; BITTENCOURT; GUIMARÃES, 2018).

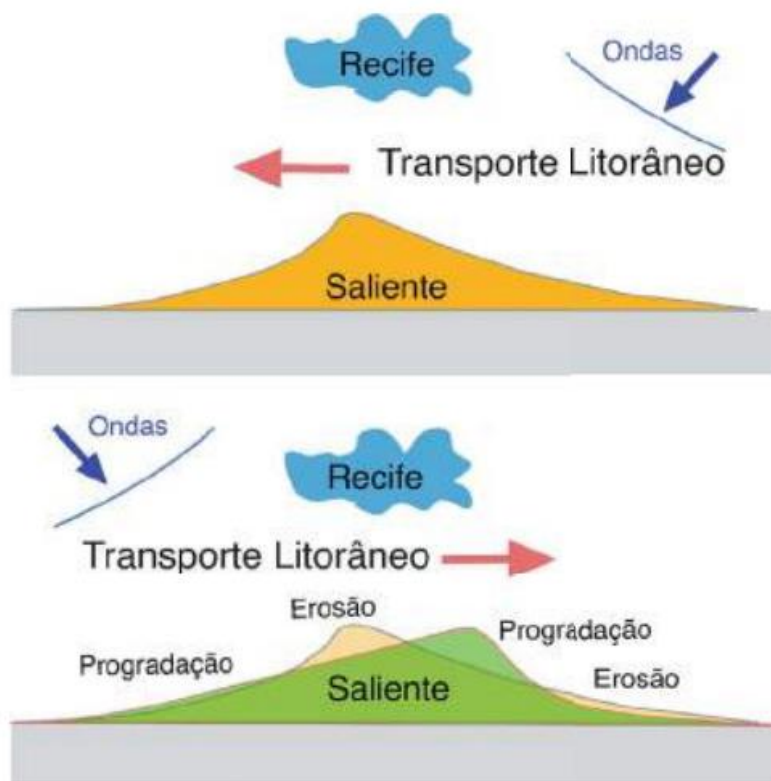


Figura 1: Formação na linha de costa de salientes.
Fonte: Panorama da erosão costeira no Brasil (Brasil, 2018)

Sendo assim, os ambientes recifais são uma primeira linha de defesa contra erosão através da atenuação das ondas e da produção e retenção de areia (ELLIFF e SILVA, 2017; FERRARIO et al., 2014). As cristas de recifes naturais em franja funcionam de forma muito semelhante a quebra-mares de crista baixa (BECK, LANGE, 2016), onde promovem a dissipação de ondas diminuindo a energia e promovendo a proteção da costa (GALLOP et al., 2014; ROGERS et al, 2013; SHEPPARD, 2005). Os ambientes recifais também geram muita areia de coral abastecendo as costas com areia gerada por forças físicas bem como a biota, por exemplo, Bellwood (1995).

É importante ressaltar que a erosão é um mecanismo natural de ambientes dinâmicos. A mesma é um fenômeno complexo, uma vez que envolve a ação direta ou indireta de diversos fatores, tais como as características oceanográficas, geológicas e geomorfológicas, os tipos de solos, clima, vegetação, além da interferência humana que modifica as condições naturais dos fatores supracitados (OLIVEIRA et al., 2019). É essa interferência humana que deve ser compreendida, mas devido à complexidade os resultados dessas interferências foi a geração de problemas cuja resolução é extremamente difícil, ou mesmo, em muitos casos impossível, com consequências

econômicas, sociais e ambientais de magnitude extremamente elevada (DIAS et al., 2005).

No entanto, poucos estudos sobre a dinâmica de mudança da linha de costa foram conduzidos no estado da Paraíba (MISHRA et al., 2020). Por exemplo, Barbosa et al. (1999) que estimou o recuo da linha de costa, mas o estudo se restringiu a usar uma imagem do RADARSAT-1 para avaliar apenas uma área ao sul da Paraíba até 1996. Alves e Rossetti (2017) usaram imagens PALSAR/ALOS-1 para mapear a morfologia cuspide da planície costeira do norte da Paraíba e da foz do rio Soé-Tapira em relação ao Holoceno tardio, mas quase nenhuma pesquisa foi realizada no complexo litorâneo de João Pessoa, que é formado por três baías e passa por um intenso processo de urbanização (FURRIER e BARBOSA, 2017). A mais recente foi a de tese de Moura (2008) que buscou classificar o litoral de João Pessoa (PB) quanto a sua vulnerabilidade à erosão costeira.

Na região dos ambientes recifais Moura (2008) descreveu que o trecho é constituído por praias estreitas com larguras máximas de 25 metros e limitadas por falésias vivas. Na porção sul do Cabo Branco, fica clara a existência de um processo erosivo intenso, evidenciado pela destruição de uma praça, sob o nome de praça de Iemanjá, e pelos constantes desmoronamento de blocos das falésias vivas. Na praia do Seixas também são evidenciados indícios de intensa erosão costeira, com uma taxa de erosão de quase 2 metros/ano no período de 1985 a 2005 (MOURA, 2008).

2.3 Geologia e sedimentologia na costa

Os estudos voltados a geologia e sedimentologia, são de extrema importância para todas as pesquisas que tratem de análise espacial, uma vez que a geologia é a base estrutural de todos os cenários na terra. Pesquisas como as de Barbosa et al. (2008) que realizaram estratigrafia da faixa costeira recife-Natal (bacia da Paraíba e plataforma de Natal), no Nordeste do Brasil, possibilitam a interpretação e correlação com os aspectos mais recentes de estruturação dos ambientes recifais.

Os processos sedimentares que ocorreram na Bacia da Paraíba tiveram início no final do período Turoniano, quando as áreas ao norte e ao sul da Zona de Cisalhamento de Pernambuco foram ativadas novamente. Isso se deu à medida que o continente sul-americano se distanciou do africano, provocando a subsidência da bacia. O Grupo

Paraíba, composto por depósitos clástico-carbonáticos, é representado pela Formação Beberibe (arenitos e conglomerados) e Itamaracá (calcários) na base, pela Formação Maria Farinha e Gramame (calcários) no topo, e por sedimentações pliocênicas mal selecionadas da Formação Barreiras. Além disso, existem sedimentos pós-Barreiras, de idade quaternária, como terraços marinhos, depósitos fluviolagunares, de mangue, eólicos, recifes de corais, beach rocks, de origem marinha-transicional; e leques aluviais, depósitos fluviais, coberturas elúvio-coluvionares e coluvionares de origem continental. A partir do Plioceno, a Bacia da Paraíba foi impactada pela compressão E-W e extensão N-S da placa sul-americana, reativando falhas que influenciaram a morfologia costeira e a rede hidrográfica (BEZERRA et al., 2001).

As primeiras descrições sobre os corais do Brasil datam do final do século XIX e início do século XX, quando pesquisadores estrangeiros (VERRILL, 1868; RATHBUN, 1879; BRANNER, 1904) visitaram o Brasil. Que partiram de pesquisas como a de Jones (1956) que publicou um estudo relacionado à reconstituição de ambientes recifais antigos, bem como na determinação da idade relativa e correlação de camadas dos sedimentos contendo restos de organismos, caracterizados como microfósseis.

O trabalho do biólogo francês Jacques Laborel (1970) descreve detalhadamente a fauna coralina dos recifes brasileiros, e salientou as diferenças e semelhanças morfológicas entre os corais do Brasil e do Caribe. Laborel destacou que na região de transição entre Natal e João Pessoa, a costa é dominada por falésias esculpidas da formação barreiras, mencionando a existência de bancos areníticos em linha, próximos a desembocadura dos rios Cunhaú e Sibaúma, e que estes não apresentavam formação coralina, de forma que Laborel continua sua descrição chegando as primeiras descrições de formação recifal de Cabedelo e Tambaú, sendo esses últimos considerados os mais ricos em termos faunísticos que aqueles os antes vistos no Cabo de São Roque no Rio Grande do Norte

Os estudos realizados na zona costeira (LAPORTE, 1975) retratam que os sedimentos carbonáticos dessa região têm origem, principalmente, de restos de esqueletos de organismos bentônicos, tais como: moluscos, foraminíferos, briozoários, equinodermos, algas calcárias etc., e que esses restos contribuem direta e significativamente para a composição final e textural dos sedimentos.

Já Leão et al (1988), descreve as características geológicas e geomorfológicas gerais dos recifes da costa leste do Brasil, onde ela define que um recife de coral, sob o

ponto de vista geomorfológico, é uma estrutura rochosa, rígida, resistente à ação mecânica das ondas e correntes marinhas, e construída por organismos marinhos (animais e vegetais) portadores de esqueleto calcário. Geralmente, usa-se o termo “de coral” devido ao papel preponderante que esses organismos têm em recifes de diversas partes do mundo.

Levantamentos estratigráficos realizados por Meeder (1979), Leão (1982), Leão et al. (2003), indicaram que as principais espécies construtoras da estrutura recifal de Abrolhos (Bahia) são formas relíquias pertencentes à fauna do período Terciário com registros na bacia do Mediterrâneo e no Pleistoceno da Flórida. Leão et al., (1985) sugeriram que houve uma fase de estabilidade do nível do mar, que durou cerca de mil anos e, possivelmente, deve ter favorecido o crescimento de numerosas estruturas recifais ao longo de todo o litoral, sendo um fenômeno ecológico generalizado nos trópicos. No caso específico do Brasil, estima-se que o recife mais antigo tenha iniciado seu crescimento no período Holoceno, após diversas variações no nível do mar (LEÃO; KIKUCHI, 1999). Os mesmos autores referem que devido a várias descidas bruscas do nível do mar, deixaram os topos de diversos recifes emersos e sujeitos à erosão, possibilitando que as estruturas recifais crescessem lateralmente, o que deve ter provocado a coalescência dos chapeirões baianos e a formação de bancos recifais. Pesquisas recentes realizadas em Abrolhos por Bastos et al., (2018) destacam alguns fatores sobre a construção dos recifes brasileiros:

Apesar de serem relativamente pequenos e pobres em espécies, os recifes tropicais do Atlântico Sudoeste tropical, fornecem informações relevantes sobre os padrões globais de construção de recifes e os impulsionadores de meso escala da biodiversidade dos recifes. Nossos resultados desafiam o paradigma da estrutura coralgal da construção moderna de recifes tropicais de águas rasas. Os recifes da plataforma média de Abrolhos se desviam dos recifes de corais nos quais organismos autotróficos (corais escleractíneos e CCA) são os principais construtores. (BASTOS et al., 2018, p.36).

Leão et al., (2003, 2008) agruparam os recifes coralíneos brasileiros em quatro grupos, sendo eles os bancos recifais, bancos recifais rasos, bancos recifais profundos e Pináculos. Onde os bancos recifais são aqueles adjacentes à costa: possuem dimensões laterais e alturas de poucos metros, localizados em águas rasas que, normalmente, não excedem 5 m de profundidade. Já os bancos recifais rasos: são estruturas de águas rasas, porém em maior escala, mas com poucos metros de altura. Distribuídos em manchas

isoladas na plataforma interna; Bancos recifais profundos: possuem dimensões horizontais de 50 m até alguns quilômetros. O seu topo pode possuir profundidades variáveis de 10 m (bancos rasos) a 30 m (bancos profundos); Pináculos (Pinnacle): grandes estruturas recifais que possuem alturas de até 25 m e diâmetros que podem chegar a 50 m. Podem ser de dois tipos, colunar: onde as medidas de largura do topo e da base da estrutura possuem valores semelhantes, e chapeirões, onde a parte superior é, relativamente, plana e possui dimensões bem maiores que a base. Essa última forma é exclusivamente pertencente aos recifes brasileiros.

Leão & Kikuchi (1999) retratam que outras comunidades recifais se instalaram sobre bancos de arenito de praia, em geral estreitos, retilíneos, alongados e localizados paralelos à praia. Carvalho (1982) e Sassi (1987) indicam que os ambientes recifais no litoral da Paraíba encontram-se distribuídos quase retilineamente e paralelos à costa, formando um longo alinhamento de segmentos descontínuos podendo distanciar-se da costa em até 1,6 km, aproximadamente. Laborel (1970) Já destacava a localização dos recifes costeiros desde o litoral norte, nas proximidades da desembocadura do Rio Mamanguape e ao sul do estuário do Rio Paraíba até os limites com o estado de Pernambuco.

2.5 Ambientes recifais: sua vulnerabilidade e importância

Para entendermos a luta sobre a relevância da proteção dos ambientes recifais, devemos analisar alguns dados no mundo. No que se refere a proteção de áreas até o ano 1990, das 4.500 áreas protegidas no mundo somente 850 eram de marinhos ou costeiros (MCNEILL, 1994, AGARDY, 1994). Em todo o globo a uma estimativa que a áreas marinhas com recifes de corais, estendam-se em mais de 100 países, registrando um total de 0,5% da superfície do fundo oceânico, o que equivale a um máximo de 1.500.000 km (Copper 1994).

Calcula-se que mais de 30% dos recifes já estejam severamente danificados, o que representa uma parcela significativa do total. Infelizmente, a tendência é que esse número aumente nos próximos trinta a quarenta anos, com a previsão de que aproximadamente 60% das áreas recifais do mundo estejam totalmente degradadas. Essa degradação é consequência da ação sinérgica de fatores como a depredação dos recursos naturais causada pela atividade humana especialmente a sobre-pesca e a poluição marinha e das mudanças climáticas globais. Esses dados são apontados por especialistas

na área, como Wilkinson (2002), Gardner et al. (2003) e Knowlton & Jackson (2008).

É importante ressaltar que historicamente há uma noção de que o ambiente marinho é uma propriedade comum a todos, disponível para exploração sem cautelas; e a ideia de que seus recursos são infinitos (BRASIL, 2007) intensificou a degradação dessas áreas. Uma vez que as comunidades costeiras se beneficiam economicamente com a atração de turistas aos recifes de coral, na maioria das vezes a conservação é deixada de lado também por essa atividade.

Revelando o quanto dessas áreas com potencial de proteção ambiental marinha estão sendo desfrutadas sem que haja o devido manejo. Ainda se destaca que mesmo as áreas que se incluem protegidas enfrentam um grande desafio sobre a eficácia da gestão e fiscalização no ambiente.

No Brasil as áreas com recifes estão distribuídas por cerca de 3.000 quilômetros entre as Latitudes 0°50'S à 18°00'S e são compartimentados em quatro grandes regiões: os da região Norte, os da costa do Nordeste, os da costa Leste e os ecossistemas de recife das Ilhas Oceânicas (LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003; FERREIRA, et. al., 2013). Havendo também indícios da ocorrência de corais no litoral de Santa Catarina (KITAHARA, 2006), e os corais profundos da Amazônia que vem sendo nos últimos anos alvo de grande estudo.

Prates (2003) resalta que os ambientes recifais são considerados como o mais diverso habitat marinho do mundo, sendo aclamados, juntamente com as florestas tropicais, como uma das duas mais ricas comunidades naturais do planeta. Estes ecossistemas possuem relevantes serviços e bens que estão disponíveis em 109 países para cerca de 450 milhões de pessoas que vivem próximas a eles (PANDOLFI et al., 2011). Além de fornecerem proteção contra a força das ondas, que caso contrário, provocariam a destruição de habitações e a erosão do litoral em maior escala. Além dos impactos cumulativos de diversos fatores ligados a mudanças climáticas (mudanças em regimes de chuvas, aumento no número de dias quentes ao ano, aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, subida do nível do mar, etc.) podem afetar múltiplas funções ecossistêmicas e comprometer a segurança alimentar, saúde pública, economias locais e o sustento de populações (HERNÁNDEZ-DELGADO, 2015).

Os efeitos de mudanças climáticas sobre os oceanos já são evidentes e sua tendência é de intensificação nos próximos anos (RUCKELSHAUS et al., 2013). O aumento do nível do mar é um dos principais problemas associados às mudanças

climáticas globais e apresenta diversas implicações para o ambiente costeiro. Fernandino et al. (2018) destacam a submersão e alagamento de zonas costeiras, intrusão de água salgada em águas superficiais e subterrâneas, aumento da erosão costeira, *coastal squeeze*², e perda de ambientes intermareais como alguns dos impactos da subida do nível do mar em diversos locais do planeta.

Os recifes brasileiros apresentam características que os diferem notavelmente de outros recifes no mundo, como as altas taxas de endemismo e baixa diversidade de espécies, além de serem capazes de se desenvolverem na presença de sedimentos siliciclásticos lamosos nos bancos recifais mais costeiros (LEÃO et al., 2003). Este pode ser considerado um fator estressante para a comunidade coralinácea que depende de boa luminosidade na água para garantir energia por meio da fotossíntese realizada por suas algas simbiontes, as zooxantelas. Com relação a fatores estressantes, Moberg e Folke (1999) afirmam que a recuperação dos recifes frente a impactos humanos persistentes (e.g. poluentes, descargas de sedimentos) é mais lenta do que frente a impactos naturais (e.g. furacões, surto de predadores).

Sua conservação garante a existência de diversas espécies no mundo, uma vez que essas áreas são ambientes de reprodução, berçário, abrigo e alimentação para diversos grupos de espécie animais como invertebrados, peixes, tartarugas e mamíferos marinhos (SALE, 1991). Por estas razões, estes ambientes interligam os elos da base da cadeia alimentar costeira, incluindo o sustento de grande parte das atividades pesqueiras (PENNING, 1997). Inúmeros bens e serviços provenientes dos recifes são dependentes de inter-relações dinâmicas e complexas entre redes de espécies internas e os demais ambientes costeiros (MOBERG e FOLKE, 1999).

No Estado da Paraíba, Costa et al (2007) realizou um estudo que evidencia a hierarquização dos usos nos recifes costeiros da Paraíba, classificando os impactos ambientais decorrentes desses usos, além de realizar entrevistas livres com usuários e visitantes dos recifes.

Com isso, procurou entender como os recifes são usados, qual sua importância local, e como esses usos podem ser úteis para programar ações políticas nesses ambientes. Esse estudo revelou que no Estado da Paraíba, a hierarquização e o status

² Coastal squeeze é uma forma de perda de habitat costeiro, onde o habitat intertidal é perdido devido à marca da maré alta ser fixada por uma defesa ou estrutura (ou seja, a marca da maré alta residindo contra uma estrutura dura, como um paredão) e a maré baixa marca migrando para terra em resposta a elevação do nível do mar. Pontee (2013).

social dos diferentes grupos que usufruem os recifes estão diretamente relacionados com os padrões de vida das pessoas, com a visão que elas têm do ambiente e com as opções de ganho e/ou sobrevivência, em cada setor pesquisado.

As relações que as pessoas (residentes, turistas e tomadores de decisão) identificas na pesquisa sobre esses ecossistemas, foram obtenção de alimentos, recreação, educação ambiental, pesquisa científica, extração de produtos comerciais diversos e desenvolvimento urbano e turístico (COSTA, et al 2006).

2.6 Turismo, economia e conservação

Oliveira (2008) destaca que a importância do turismo como objeto de estudo é um fenômeno relativamente recente, que suas primeiras abordagens no âmbito acadêmico enfatizam os aspectos econômicos. Em sua maioria com caráter interdisciplinar do turismo, e acentua que seu estudo surgiu das humanidades e das ciências sociais como a economia, a sociologia, a antropologia e a geografia, entre outras (SCHLÜTER, 2003). Esses estudos buscavam analisar o crescimento e a dinâmica de recursos a partir do que vem sendo designado de “indústria do turismo”, ou seja, dos negócios turísticos (BARRETTO, 2003). Esses estudos ao longo dos anos revelaram três categorias básicas de estudos sobre a ação do turismo: o econômico, ambiental e social.

É importante ressaltar que a pesca artesanal e o turismo são os principais setores beneficiados pelos serviços ecossistêmicos realizados pelos ambientes recifais no Nordeste do Brasil, gerando cerca de US\$7,2 trilhões anuais para o país (BRASIL, 2018). Sendo o turismo o dos setores de maior crescimento global (STEINER et al., 2006).

Uma vez que a diversidade de cores, formas e espécies dos recifes, aliada à sua beleza cênica, torna-os um atrativo turístico de grande impacto. Os recifes oferecem oportunidades para lazer, diversão, prática de esportes, bem-estar e aquisição de conhecimento sobre a biodiversidade marinha por meio de atividades como mergulho livre e autônomo (WESTMACOTT et al., 2000).

O turismo e a conservação ambiental possuem uma estreita relação de interdependência, pois toda atividade turística necessita do espaço para acontecer, e com todas as demandas ambientais e de prestações de serviços que são geradas pelo fluxo das pessoas que se deslocam para a localidade turística, como a ampliação das pousadas, hotéis, restaurantes, e maior produção de esgoto e lixo, os impactos culturais, ambientais

e históricos são inevitáveis, tendo como consequência uma nova definição do espaço territorial (OLIVEIRA, 2008).

Para os ambientes marinhos, que são naturalmente frágeis, os impactos e as consequências de uma ocupação desordenada são devastadores, e muitas vezes negligenciados pelo fato de estarem na maioria das vezes abaixo do nível do mar, e os torna vulneráveis a uso extremo. Sachs (2007), aponta que a utilização desordenada e sem fiscalização dos recursos naturais pode ocasionar a destruição irreversível desse ecossistema.

Melo et al. (2014) alertavam para o uso desses ambientes recifais no estado da Paraíba que sempre atraíram, um contingente de visitantes ávidos pelo divertimento e conhecimento da biodiversidade marinha, gerando um aporte financeiro significativo para as economias dos destinos turísticos. Mas ressaltam que o turismo nesses ambientes se reveste de um caráter destrutivo para a biodiversidade local quando desvinculado de um processo de planejamento, que nessas áreas ainda não se mostra eficiente, uma vez que não se percebe uma fiscalização ativa sobre o uso dessas áreas (SOUZA, 2018). Se considerarmos que o bem-estar social do homem deve ser garantido, do mesmo modo que a qualidade do ambiente natural esses ambientes deveriam ser adotados controles de uso e fiscalização mais eficiente (SOUZA, 2018). Uma vez que a falta de entendimento deste conceito como um todo, tem levado, no entanto a interpretações e posturas errôneas. Parece óbvio, mas nem sempre compreendido, que a degradação é consequência e não causa dos problemas ambientais.

Multas ambientais existem, recursos são gerados, mas não há um uso desse recurso para investimentos sobre a forma de gestão dessas áreas protegidas, o que as torna muitas vezes em fonte de recurso governamental sem retorno ambiental. Partindo de Santos (1989), que defende que a pesquisa é a prática social de conhecimento, temos que pensar formas alternativas e criativas de produzir conhecimentos que tenham a relevância científica e social necessária para realizar a relação entre teoria e prática na produção de saberes ambientais. Que sejam significativas para a construção de sociedades justas e ecologicamente equilibradas, uma busca por sociedades sustentáveis. Brown (2009) define que “uma sociedade sustentável é aquela que satisfaz as suas necessidades sem diminuir as possibilidades das gerações futuras de satisfazer as delas”.

Devemos analisar que para que haja planejamento é necessário entender o turismo como agente degradador, onde sua dependência traz exploração a natureza e as comunidades locais. Esta questão é reforçada pela afirmação de que a degradação

ambiental e sociocultural causada pelo turismo é diversa, ou seja, "onde há turismo, há degradação ambiental" (MENDONÇA, 1996 p.19).

E para que haja mudanças nesse comportamento devemos estabelecer uma gestão eficiente que perpassa várias formas de ação desde o diagnóstico do espaço até implementação e ação de projetos sob a ótica da educação ambiental.

É importante ressaltar que o caráter econômico do turismo está se sobressaindo sobre o caráter ambiental e social. O caráter econômico prega lucros a curto prazo no atual modelo de desenvolvimento, desconsiderando estudos prévios de impacto ambiental (OXINALDE, 1994), isso eleva o interesse do mercado lucrativo e faz com que a degradação a esses ambientes aconteça de forma mais rápida e voraz.

Tornando-se imprescindível a realização de trabalhos que visem o planejamento em ambientes naturais, revertendo-se em uma ferramenta para a conservação e o uso sustentável dos recursos bióticos e abióticos, além de incorporar variáveis sociais e econômicas com vistas à diminuição dos impactos negativos e para a maximização dos benefícios socioeconômicos e ambientais gerados para as comunidades locais (MELO et al., 2014).

Considerar que o planejamento espacial estabelece as prioridades para uma evolução harmoniosa das diversas atividades, determinando, estimulando e regulando suas dimensões ideais (RUSCHMANN, 2004). Percebendo que pode não ser a solução para todos os problemas, mas um planejamento adequado pode minimizar e gerenciar os impactos negativos da atividade, maximizando os benefícios gerados para todos os atores envolvidos na experiência turística (HALL, 2004).

2.7 Planejamento para a proteção marinha

A nível nacional percebe-se uma preocupação com o uso da Zona costeira a partir da criação da Política Nacional de Recursos do Mar (PNRM) (Decreto Federal 12 de maio de 1980), esta tinha um cunho mais atrelado ao uso econômico dos recursos marinhos, ainda não se falava sobre conservação de ambientes marinhos. Somente com o Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA) em 1981, foi possível notar uma preocupação com a preservação de alguns aspectos da zona costeira (LEITE, 2014). Essas políticas foram essenciais para a criação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído em 16 de maio de 1988 pela Lei Federal 7.661. Está aborda de forma geral os

recursos naturais a serem protegidos dentro da Zona Costeira, e ainda prevê medidas para minimizar conflitos referentes aos diversos usos do território costeiro e marinho.

Sendo possível perceber que no PNGC são apontados os fatores de importância do zoneamento para definir o uso e a ocupação em áreas costeiras, mesmo que ainda não seja colocada dentro dessa importância os ambientes marinhos, destaca-se que já se indicava um monitoramento como ferramenta de gerenciamento atrelado ao uso de sistemas de informação e planos de gestão (LEITE, 2014).

O gerenciamento costeiro (GC) se consolida como importante instrumento no qual o governo organiza o uso do espaço territorial e marítimo, considerando as especificidades das atividades socioeconômicas que ocorrem no território visando à sustentabilidade. O Gerenciamento Costeiro deve ser aplicado como um instrumento de participação e consulta pública, objetivando o gerenciamento de conflitos, a preservação ambiental e a promoção da qualidade de vida das populações de região costeira (SÃO PAULO, 2005). Com isso, o Plano indicou que a elaboração dos zoneamentos eram atribuições do Estado, sendo pré-requisito para o desenvolvimento de demais ações. A partir de então, os estados costeiros iniciam discussões sobre o Zoneamento Ecológico Econômico de suas regiões costeiras (SÃO PAULO, 2005).

Trelada a todas essas discussões sobre a zona costeira, destaca-se ainda a elaboração do Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil – PAF, em 1998, resultando na articulação institucional do governo federal, culminando em programas e ações, fontes de financiamento e cronogramas de execução (SÃO PAULO, 2005). O Projeto Orla e a Agenda Ambiental Portuária são frutos desses esforços.

O Projeto Orla é uma abordagem de planejamento integrado respaldada pelo Decreto 5.300, de 2004, que tem como objetivo promover a racionalização e a coordenação das políticas públicas em nível federal, estadual e municipal. Seu principal foco é o planejamento da faixa litorânea, por meio da implementação do Plano de Gestão Integrada - PGI. No município de João Pessoa e Cabedelo, significou grandes mudanças ao que se refere as construções na orla.

Para os ambientes marinhos próximos a costa é essencial que haja um planejamento adequado da orla, uma vez que não adianta tornar essas áreas unidades de conservação e as a gestão da orla no município que a bordeja não seja eficiente.

Coelho (2011) defende que o ambiente marinho e costeiro deve ser protegido, individualmente ou através de redes de Áreas Marinhas Protegidas (AMP) nacionais ou internacionais, com sua eficiência e respaldo legal adequado, reconhecimento e aceitação

pelas comunidades locais, gestão eficaz, delimitação territorial e definições de zoneamento, e de forma clara e objetiva de forma a divulgar o uso adequado. Uma AMP é definida como zonas geograficamente delimitadas, geridas através de meios legais, destinados à gestão e conservação da biodiversidade, dos habitats e dos ecossistemas marinhos, assim como dos serviços dos ecossistemas e dos valores culturais associados (UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 2019). Ou seja, são unidade de conservação que independente da sua classificação estejam protegidas legalmente e que esteja dentro do território marinho.

Uma unidade de conservação é definida pela lei como " um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção" (art. 2º, I).

As unidades de conservação foram criadas e definidas a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (LEI 9.985/2000) que estabelece as definições para a criação de uma unidade de conservação (UC) federais, estaduais e municipais. Onde são descritas e classificadas as categorias de uso, os ambientes naturais com o objetivo de diferenciar à forma de proteção e usos permitidos, aquelas que precisam de maiores cuidados é restrições, pela sua fragilidade e particularidades, e aquelas que podem ser utilizadas de forma sustentável e conservadas ao mesmo tempo. Além disso, a visão estratégica que o SNUC oferece aos tomadores de decisão possibilita que as UC, além de conservar os ecossistemas e a biodiversidade, gerem renda, emprego, desenvolvimento e propiciem uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais e do Brasil como um todo (BRASIL, 2000).

A criação de unidade de conservação funciona como instrumentos estratégicos indispensáveis para a conservação da biodiversidade, para a regulação do uso e ocupação dos espaços na zona costeira e marinha, e para a manutenção da base genética das espécies exploradas. As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas: as unidades de proteção integral (Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de Vida Silvestre) e as unidades de uso sustentável (Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; e Reserva de Desenvolvimento Sustentável). No estado da Paraíba existem duas AMP, uma na qualidade de Parque e a outra na qualidade de APA.

A categoria Parque é definido como uma área destinada à preservação de proteção integral, mas, nela possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas (BRASIL, 2000).

Já uma APA é definida como uma área dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Segundo a categorização da IUCN, APA constitui-se por uma UC de Uso Direto dos seus recursos naturais, ou ainda de acordo com o SNUC (BRASIL, 2000) são consideradas UC de Uso Sustentável (CÔRTE, 1997).

O SNUC (2000), em seu art. 15, define APA como uma área

[...] em geral, extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação, assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Pensando em um conceito mais abrangente, pode-se dizer que as APA buscam conciliar o desenvolvimento de atividades humanas, juntamente com a conservação ambiental. No entanto, essa relação entre o uso da terra pela sociedade e a preservação do meio ambiente traz à tona inúmeros conflitos, sejam esses econômicos, políticos, sociais ou ambientais (CÔRTE, 1997; RECH, 2003).

Dessa forma, buscar um planejamento adequado para ambientes marinhos, perpassa por toda lógica do planejamento e conservação, onde para Floriano (2004), o planejamento é uma ferramenta de gestão, sendo um processo de organização de tarefas visando chegar a finalizar um ciclo. E a conservação parte da ideia em que "a ciência é a arte de proteger a diversidade biológica e as interações ecológicas que sustentam a vida na Terra" (DYKE, 2008).

Há inúmeras definições de planejamento, que diferem quanto ao objeto, nível de detalhamento, prazos, território analisado e quanto ao número de critérios. O objeto do planejamento influencia as demais características (MELLO, 2008). O planejamento pode ser estratégico, tático ou operacional e ainda, de curto, médio ou longo prazo, assim como

a área de abrangência do planejamento pode ser de nível global ou local (MELLO, 2008) e toda essa base, constrói um elo sobre a conservação de ambientes marinhos.

Apenas com a colaboração entre órgãos governamentais, organizações não governamentais, cientistas, comunidade local e setor privado será possível promover a conservação marinha nas cidades que bordejam os ambientes recifais. A busca por soluções sustentáveis e a implementação de políticas de gestão integrada do litoral são passos importantes para garantir a preservação dos ambientes marinhos no Estado da Paraíba, permitindo que as futuras gerações desfrutem de todos os benefícios que esses ecossistemas proporcionam.

Devemos pensar na realização dessa pesquisa de tal modo que traga uma análise do uso turístico sobre o espaço marinho que conseqüentemente está sobre a linha de costa. Viabilizando enxergar como a lógica da indústria do turismo vem se replicando nos ambientes e sobre a linha de costa, está que sofre pressão tanto do seu próprio uso como por possibilitar o acesso aos ambientes recifais, além dos aspectos naturais, o aspecto antrópico se torna cada vez mais devastador. Desse modo, viabilizar uma análise que possibilite enxergar o passado e o presente para planejar o futuro contribui diretamente para que essas áreas possuam um planejamento e controle em que intervenções adequadas sejam realizadas. É importante destacar que a pesquisa científica desempenha um papel vital no desenvolvimento do turismo. Ela pode ajudar a identificar áreas de interesse turístico, aprimorar a experiência do visitante e fornecer informações valiosas sobre a conservação do meio ambiente e da cultura local.

Por meio dessa é possível entender como as novas tecnologias podem ser aplicadas para melhorar a experiência do visitante e como a sustentabilidade pode ser construída em práticas turísticas. Em resumo, a pesquisa científica é fundamental para o crescimento do turismo de forma sustentável.

3. ÁREA DE ESTUDO

Para selecionar a área de análise dessa pesquisa, consideramos os ambientes recifais que sofrem atualmente maior pressão turística no Estado da Paraíba, dentro deles foi escolhido o que possui maior dados de análise de estudos científicos, o ambiente recifal do Seixas, este possui uma grande gama de análises que aqui serão reapresentadas,

na perspectiva de promover maior esclarecimento sobre os objetivos definidos na pesquisa.

3.1 Localização geográfica

Os ambientes recifais do Seixas estão localizados na latitude 7° 9'14.36"S e longitude 34°47'10.89"O. Estes bordejam a linha de costa do município de João Pessoa (Figura 2), que além dos recifes possuem praias urbanizadas com fácil acesso de uso, e no caso dos recifes do Seixas está próximo a Falésia do Cabo Branco, esta área sempre foi um local com bastante interesse turístico, que ao longo dos anos vem enfrentando grande processo erosivo, potencializado pela ação humana, no qual o poder público no esforço para controlar esse fenômeno têm adotado medidas emergenciais duvidosas. Que não garantem a proteção dessas áreas, e viabilizam o aumento e a desorganização e instabilidade dessas áreas, podendo modificar tanto a dinâmica da linha de costa como dos ambientes recifais próximos a ela.

O ambiente recifal do Seixas está localizado dentro dos limites da APA Naufrágio Queimado que possui área de aproximadamente 422 km² distribuídas entre os municípios de Cabedelo e João Pessoa (PB), instituída pelo Decreto Estadual nº 38.981/2018, sob gestão da Superintendência de Administração de Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA). Esses ambientes recifais recebem visitação durante todo o ano, possuem uma variação de profundidade de coluna de água no local, entre 50 cm e 1,50 m na maré baixa, chegando a ser exposta em determinadas marés e, em locais mais profundos, o intervalo de flutuação é de 3 a 6m. Estes ambientes no estado da Paraíba ficam paralelos à costa e consistem em partes descontínuas com comprimentos que variam de 5 m a 150 m (LABOREL, 1969).

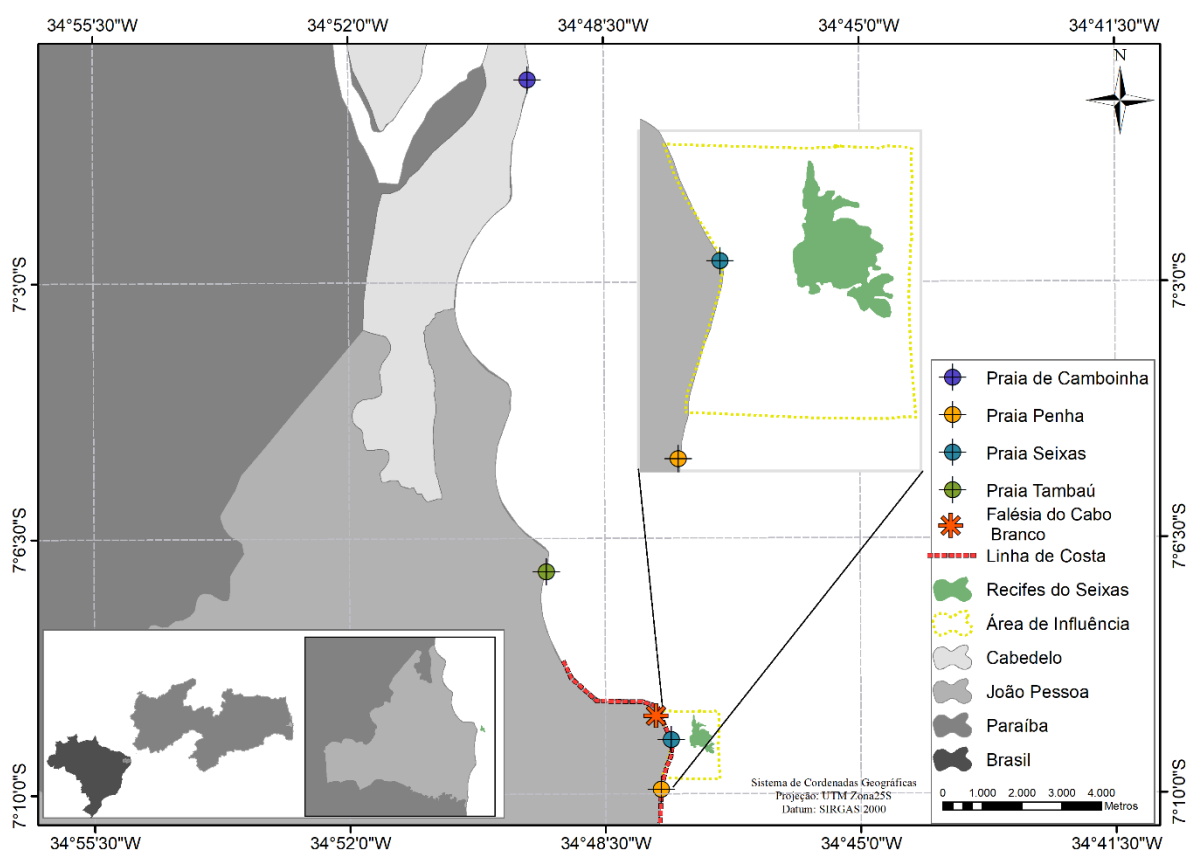


Figura 2:Localização da área de estudo os Ambientes recifais do Seixas.

Os recifes do Seixas bordejam a porção mais oriental da praia do Seixas, também localizada no município de João Pessoa, que possui uma linha de costa de 24 km destes 1,7km pertencem à praia do Seixas, estando essa paralela aos ambientes recifais que apresentam cerca de 2.500 m². Ao que se refere ao uso turístico esse recife vem sendo palco de disputa entre os novos agentes turísticos que estão entrando na área e os mais antigos que já tinham definidos os seus pontos de uso e visitação, dessa forma, cada vez mais o número de catamarãs vem aumentando sobre o ambiente, registrando uma maior preocupação sobre a situação do ambiente.

3.2 Geologia

Localizado dentro da Sub-bacia Alhandra, pertencente à Bacia Sedimentar Costeira Paraíba (BARBOSA, 2004). Caracterizada como uma rampa distal que submerge suavemente para leste, em direção ao Oceano Atlântico. Foi originada à medida que o embasamento cristalino sofria subsidência, provavelmente devido à flexão entre a Zona de Cisalhamento de Pernambuco, ao sul e o alto estrutural de Mamanguape ao norte,

que provocou o deslocamento, por distensão, das placas: sul-americana e africana. Estudos indicam que a região sofreu influência principalmente por eventos tectônicos durante o Cretáceo Superior (NEUMANN et al., 2009). Araújo et al. (2017), indicam que a Sub-Bacia é recoberta pelos sedimentos da Formação Barreiras (origem quaternária) e, a jusante desses, pelos terraços arenosos holocênicos, os depósitos atuais de praia e rochas de praia (recifes e concreções lateríticas) sendo influenciados pelos ventos, ondas e correntes de deriva litorânea, estando contemplado, o ambiente recifal do Seixas. Conforme Sales (2002), a paisagem costeira da Paraíba é altamente dinâmica, o relevo é constituído por sedimentos pouco consolidados, sendo influenciado fortemente por processos erosivos. Entre as feições morfológicas que podem ter influência sobre o recife do Seixas, destacam-se a Praia do Seixas, o Rio do Cabelo e a Falésia do Cabo Branco.

Os recifes do Seixas possuem uma formação caracterizada como recife em franja, cuja base geológica é pesquisada e apontada como arenito. Porém, acredita-se que, assim como em outras formações recifais do Nordeste, ela esteja sobre uma estrutura de recife de arenito (MAIDA e FERREIRA, 2003). Massei (2019) relata que nas perfurações realizadas nos anos de 2018, no ambiente recifal após 2 metros de perfuração não foram encontradas bases consolidadas. Evidenciando que os recifes do Seixas podem ser interpretados como um recife com base significativa de coral. O substrato encontrado no ambiente recifal é descritos por Massei (2019), a partir dos testemunhos realizados no ambiente onde esses apresentam cores distintas e foram analisados quanto à sua dureza, variando de (a) duro, (b) compacto e consolidado, e (c) mole e inconsolidado), bem como quanto à presença de material biogénico visível (Algas calcificadas). A cor predominante foi o tom cinzento mais escuro, tendo sido observado um tom muito mais claro apenas num fragmento do núcleo. Este mesmo fragmento foi o sedimento mais consolidado quando comparado aos demais, que foram caracterizados como inconsolidados. Assim, pode-se relatar que os agentes geológicos atuam no sentido de favorecer a deposição de partículas de maior diâmetro. Em outras palavras, a hidrodinâmica local foi consideravelmente alta, com predominância de partículas médias a grossas.

De um modo geral, Massei (2019) descreve que a composição das amostras da base e do topo dos núcleos apresentou poucas variações. Este facto dever-se à pequena diferença de profundidade, que não resultou em alterações significativas na fauna. No

entanto, observou-se que os teores de grãos de carbonato dos núcleos eram muito semelhantes aos do sedimento de superfície. Estes resultados sugerem que não houve variação temporal na deposição de sedimentos carbonáticos na área do recife.

Os núcleos não se encontravam em estado consolidado, resultando em apenas algumas camadas, o que permitiu uma análise qualitativa da composição dos bioclastos (materiais esqueléticos que constituem a parte dominante de alguns calcários).

Em termos de organismos recifais, foi possível observar macroalgas coralinas, corais, gastrópodes e equinodermes em todos os testemunhos. Os resultados das lâminas de bioclastos mostram representantes dos vários organismos marinhos encontrados nos núcleos verticais do recife de Seixas, fornecendo uma representação visual da diversidade de espécies que habitam este ecossistema e fazem parte do seu processo de formação. Relativamente aos materiais fossilizados, foram identificados como Algas calcárias, Foraminíferos, gastrópodes e Briozoários, como se pode ver na Tabela 1.

Tabela 1: Organismos identificados nas lâminas dos testemunhos.

Grupo de organismos	Importância	Partes preservadas no sedimento	Composição da carapaça	Distribuição estratigráfica
Algas calcárias	Participam na construção de recifes, no fabrico de produtos agrícolas, cosméticos, alimentares e farmacêuticos	Indivíduos inteiros e fragmentos	Carbonato de cálcio e magnésio	Do Cambriano ao Holoceno
Foraminíferos	Estudos estratigráficos, paleo-oceanográficos, geográficos, climatológicos e ecológicos. Importantes para estudos que utilizam métodos recentes de monitorização ambiental	Partes inteiras e fragmentos	Carbonato de cálcio, ligante calcítico ou aragonite	Do Cambriano ao Holoceno
Gastrópodes	São amplamente utilizados como indicadores ambientais e são importantes nas cadeias alimentares e na datação	Partes inteiras e fragmentos de carapaças	Carbonato de cálcio	Do Câmbrico ao Holocênico
Briozoários	São considerados bons indicadores de parâmetros ambientais e constituem um táxon indicador útil	Indivíduos inteiros e partes fragmentadas	Calcite e carbonato	do Ordovícico ao Holocênico

Esses dados proporcionaram uma visão mais específica sobre a formação estrutural do ambiente recifal do Seixas, uma vez que ao longo dos 2,5 m do testemunho 3 não foi possível identificar nenhuma base arenítica, o que nos leva a considerar que o ambiente recifal do Seixas é um recife com uma formação recente, morfologicamente como um típico recife raso costeiro de base arenítica, (apesar de não ter se encontrado a base na perfuração) este deve estar apoiado no terraço marinho de abrasão sob a planície costeira moldada através da Bacia Sedimentar Paraíba, mais precisamente Sub-bacia Alhandra, pertencente à plataforma continental nordestina, e biogeograficamente, na região denominada Província Atlântico Sul.

Deve-se destacar que, apesar de suas características não estarem descritas na obra de Laborel (1970), que se tornou referência para todos os estudos subsequentes sobre ambientes recifais na costa da região Nordeste do Brasil, o recife do Seixas assume as mesmas características afirmadas por Laborel (1970) sobre os recifes do Cabo Branco (Picãozinho). Onde afirma que a base não é visível em qualquer ponto, mas o recife é fragmentado e curvado na direção da ponta Sul. Laborel (1970) destaca ainda que, essa disposição parece mostrar que ele foi construído sobre linhas de arenito localizadas acerca de 10 m de profundidade.

3.3 Granulometria

A características granulométricas do ambiente recifal foram descritas por Massei (2019) onde destaca-se que os sedimentos na área têm uma variação na granulometria entre cada área, com maior ocorrência das classes de 0,5 mm a 2 mm, com exceção do subsetor BR1 que apresenta maior ocorrência da classe 0,250 mm.

A partir da variação granulométrica do ambiente, é possível entender como a dinâmica recifal da área atua diretamente na sua diversidade de elementos, uma vez que as famílias bentônicas precisam de uma superfície para fixar-se. Primeiro foi analisado o percentual de tamanho de grãos por setor do ambiente recifal.

A quantidade de sentimento vai estar diretamente ligada as áreas de fixação e aos grupos pertencentes as áreas com grande quantidade de um determinado tipo de grão. Numerosos estudos têm relacionado os dados sedimentológicos e geoquímicos recentes

para caracterizar e avaliar a evolução de uma área costeira (PEKEY et al., 2004; ZHANG et al., 2007; REDDAD et al., 2016; EL-YOUNSY et al., 2017).

É importante evidenciar que existem cinco classificações, segundo o tamanho do diâmetro médio do sedimento, que foram: lama (silte/argila); areia fina a muito fina, areia média, areia grossa, areia muito grossa à cascalhosa. A fração que predominou no ambiente recifal do Seixas foi areia média, seguido por areia grossa. A fração menos expressiva foi lama (silte/argila), sendo observada nos locais próximos à falésia e à desembocadura do rio cabelo. Contudo, no trecho entre a falésia e o rio, a areia grossa predomina desde a praia até o recife, sendo observado pelo estudo batimétrico que é na região em que o canal é mais estreito e raso, sendo justificado possivelmente pela zona de convergência das correntes e possivelmente da intensa da hidrodinâmica local, podendo ser considerado um depósito sedimentar.

3.4 Teor de Matéria Orgânica (MOT)

O teor de matéria orgânica dos sedimentos das margens continentais tende a aumentar quando os grãos se tornam mais finos. No compartimento praia seguindo em direção ao recife do Seixas Massei (2019) registrou um gradiente uniforme, enquanto, nas bordas do recife sentido praia (neste caso, na plataforma interna do ambiente recifal do Seixas) ocorreu um maior teor de matéria orgânica, provavelmente pelo fato dessa região estar mais próxima dos sedimentos terrígenos. Esse padrão de distribuição é condizente com os obtidos por El-Younsy et al. (2017) e Rodil et al. (2008), que relataram em suas pesquisas sobre a relação entre matéria orgânica e a granulometria dos sedimentos, que a área de superfície de contato existente nos interstícios de sedimentos lamosos é maior do que em areias e cascalhos, aumentando a capacidade de complexação da matéria orgânica por esse tipo de substrato (REZENDE et al., 2018; SUÁREZ-RUIZ et al., 2023).

3.5 Teor de Carbonato Total (TCT)

O carbonato é um sal inorgânico formado pelo ânion CO_3^{2-} . Nos oceanos, CaCO_3 é o principal sal de carbonato encontrado, este Segundo Massei (2019) representa cerca de 95% do teor de carbonato total encontrado nos sedimentos (Figura 18). A concentração

de carbonato nos sedimentos marinhos é importante no auxílio de estudos ecológicos da região, pois fornece referências do desenvolvimento de populações de organismos bentônicos que incorporam carbonato em suas estruturas, como por exemplo moluscos, corais, foraminíferos, briozoários, equinodermos, algas calcárias, entre outros (ESTEVEZ et al., 2017; WAGENER et al., 2017).

No nordeste brasileiro é encontrado carbonato nos sedimentos, inclusive na areia das praias e nos recifes costeiros, devido à deposição de restos de organismos marinhos. Além do interesse ecológico, a medição do teor de carbonato dos sedimentos é importante também para diversos setores industriais que utilizam CaCO_3 para produção de cimento, de cal, na fabricação de vidro e papel, para correção do pH do solo na agricultura, além da indústria farmacêutica e siderúrgica (NAMA et al., 2023), o que faz desse mineral um importante recurso marinho. Como é possível observar no mapa abaixo, as maiores concentrações de teor de carbonato encontram-se na região costeira. Este resultado é justificado pelo sedimento praiar ter uma quantidade maior de areia quartzosa e carbonática proveniente da praia e região costeira.

A diversidade de organismos marinhos está correlacionada, de uma certa forma com a diversidade das comunidades algais que está ligada diretamente a condição do ambiente e seus sedimentos. Assim, essa diversidade de sedimentos e grãos aumenta a estabilidade dos ecossistemas na medida em que um maior número de espécies se distribui em equivalências, com diferentes capacidades de tolerância a fatores ambientais.

3.6 Análise da distribuição geográfica da cobertura bentônica

Para entender a cobertura recifal do ambiente partimos dos dados de Souza (2017) onde as concentrações é observado as famílias analisadas no ambiente recifal. Os resultados obtidos com a análise dessa cobertura usando o programa CPCe mostrou que no ambiente do Seixas existem 16 grupos bióticos foram identificados (Tabela 2). Os grupos com maiores ocorrências de cobertura estimada nos transectos foram *Dictyotaceae* (38%), *Sargassaceae* (15,92%), e *Corallinaceae* (14,41%), que representam 69,3% do total de espécies no recife de corais estudado.

Os resultados mostraram ainda que foram identificadas um total de 20 categorias, sendo que nove são de famílias de algas vermelhas (*Rhodophytas*), duas de algas pardas

(*Feofíceas*), cinco de algas verdes (*Clorofíceas*), duas Famílias de corais, uma de hidrocoral e um grupo com os *Zoanthidae* estimados no ambiente.

Tabela 2: Grupos Bentônicos identificados no recife do Seixas.

Grupos bióticos identificados	Pontos de ocorrência	Porcentagem
<i>Dictyotaceae</i>	18223	38,93
<i>Sargassaceae</i>	7453	15,92
<i>Corallinaceae</i>	6747	14,41
<i>Rodolito Rugoso</i>	3184	6,8
<i>Halimedaceae</i>	2570	5,49
<i>Rodolito Liso</i>	2472	5,28
<i>Zoanthidae</i>	2458	5,25
<i>Caulerpaceae</i>	1498	3,2
<i>Siderastreidae</i>	1001	2,14
<i>Milleporidae</i>	749	1,6
<i>Ulvaceae</i>	225	0,48
<i>Mussidae</i>	90	0,19
<i>Udoteaceae</i>	70	0,15
<i>Codiaceae</i>	48	0,1
<i>Porifera</i>	19	0,04
<i>Gracilariaceae</i>	5	0,02
Total	46812	100,00

3.6.1 Algas

A Figura 2 a mostra a distribuição geográfica da família *Dictyotaceae* nos corais. Nota-se que essa família está bem distribuída ao longo do recife, com maior concentração na Área Abrigada e menor ocorrência nos pontos mais extremos da Área Batida. O *Dictyotaceaeas* é uma família que inclui numerosos gêneros de algas castanhas (classe *Phaeophyceae*). Os membros da ordem *Dictyotaceaea* incluem vários gêneros como a *Dictyota* e a *Padina* e ocorrem geralmente em regiões costeiras de águas quentes. Essa família de algas possui grande valor para derivação de produtos naturais e antivirais (PEREIRA et al., 2005; BARBOSA et al., 2004).

A Família *Sargassaceae* também pertence a classe *Phaeophyceae* e apresentou uma concentração na Área Abrigada junto ao Platô Recifal (Figura 2b). A presença dessa alga é bastante significativa no Platô Recifal, mas também ocorre na Área Abrigada, mais precisamente nas “piscinas de corais”. Este gênero é ecologicamente dominante em águas

rasas em subtópicos e trópicos de ambos os hemisférios, especialmente na região do Pacífico Indo-Oeste e na Austrália (LIU e PANG, 2016).

Dentro da família *Sargassaceae* encontra-se o gênero *Sargassum*, que um dos mais complexos e problemáticos, devido a sua variedade, que inclui mais de 500 espécies. De acordo com Abe et al. (2022b), esse gênero é uma fonte potencial de alginato, que é usado como alimento, adubo líquido e areia animal para o controle da poluição por metais pesados, fonte para muitos metabolitos, como ácido algínico, alginatos, fucoidanos sulfatados, pigmentos, óleos, esteróis e manitóis (WONG et al., 2004).

Mais recentemente, foram descobertos nesse gênero, os *fucoidans* de *Sargassum* com função antitumoral (NOZAKI-TAGUCHI e YAMAMOTO, 1984) e o citotóxico (LENA et al., 2009). Em geral, há informações limitadas sobre populações de *Sargassum* e os estudos realizados norteiam principalmente a identificação de novas espécies.

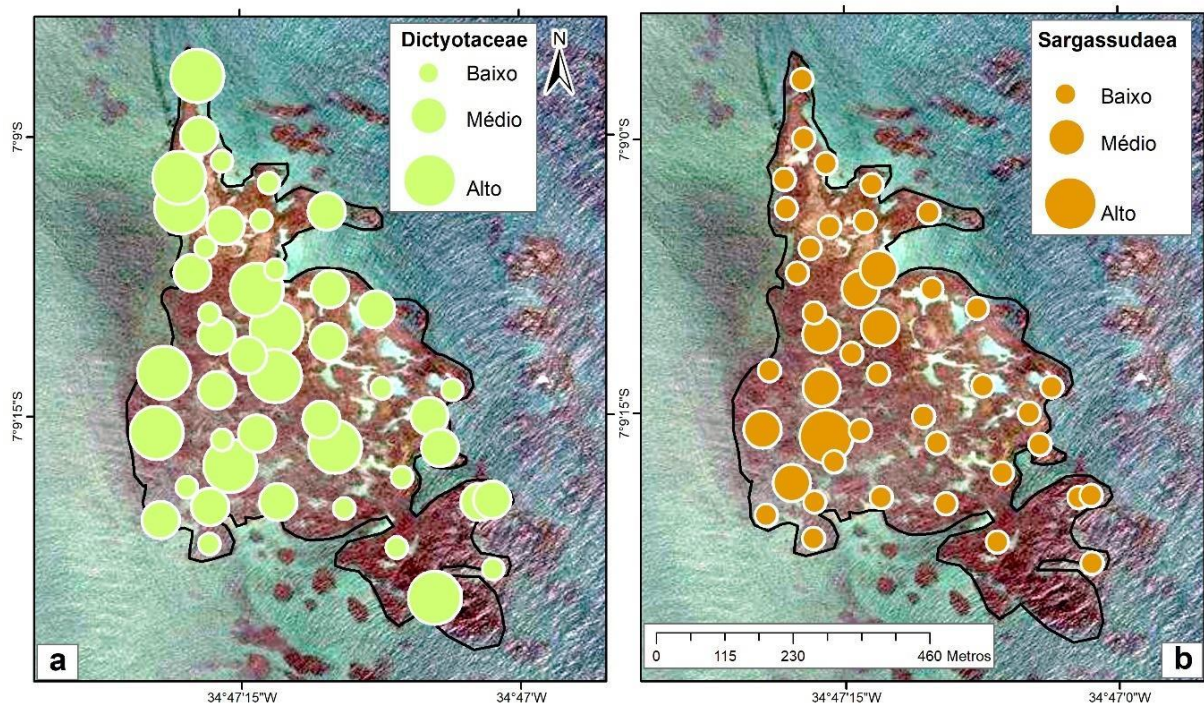


Figura 2 :Ocorrência de (a) *Dictyota* e (b) *Sargassudaea* na área de estudo.

A família *Corallinaceae* apresenta coloração vermelha e pertence ao filo da *Rhodophyta* e compõe-se quase que totalmente de gêneros com impregnação de carbonato de cálcio nas paredes celulares (MURPHY et al., 2014) (Figura 3a). Atualmente, diversos estudos sobre a filogenia das algas vermelhas foram realizados, mas ainda existe a necessidade de uma análise abrangente usando uma ampla amostragem de

taxa e informações filogenéticas suficientes para definir claramente as linhagens principais dessa família (YOON et al., 2006).

A família *Gracilariaceae* ocorre principalmente na porção conhecida como Área Abrigada, no setor A1 onde apresenta morfologia rugosa (Figura 3b). Essa família geralmente ocorre em regiões intertropicais decrescendo em direção aos polos (Marinho-Soriano et al., 2006). Rahamat Ullah et al. (2023) destacam que a ampla distribuição da família em todo o mundo, exceto no Ártico, torna essas algas bastante interessante para estudos biogeográficos.

A maioria das espécies raramente é exposta durante as marés baixas, o que permite supor que elas não seriam capazes de tolerar longos períodos de dessecação e exposição ao ar. O gênero *Gracilaria* possui importância econômica, principalmente na extração de agar (PLASTINO et al., 2004). Embora presentes em larga escala na costa nordestina do Brasil, estas espécies de algas são devastadas devido ao processo de urbanização que resulta indiretamente na depleção de seus leitos através de práticas não ecológicas. Atualmente, comunidades pesqueiras possuem cultivos de algas desse gênero tanto para produção de agar³, quanto para proteger da devastação de seu ambiente (BEZERRA; MARINHO-SORIANO, 2010).

³ O ágar é um polissacarídeo formado por agarose e agarpectina que é extraída do paredes de algas *Rhodophyta*, como por exemplo, as dos gêneros *Gelidium*, *Gracilaria* e *Gelidiella* (VILLALOBOS, et al, 2007).

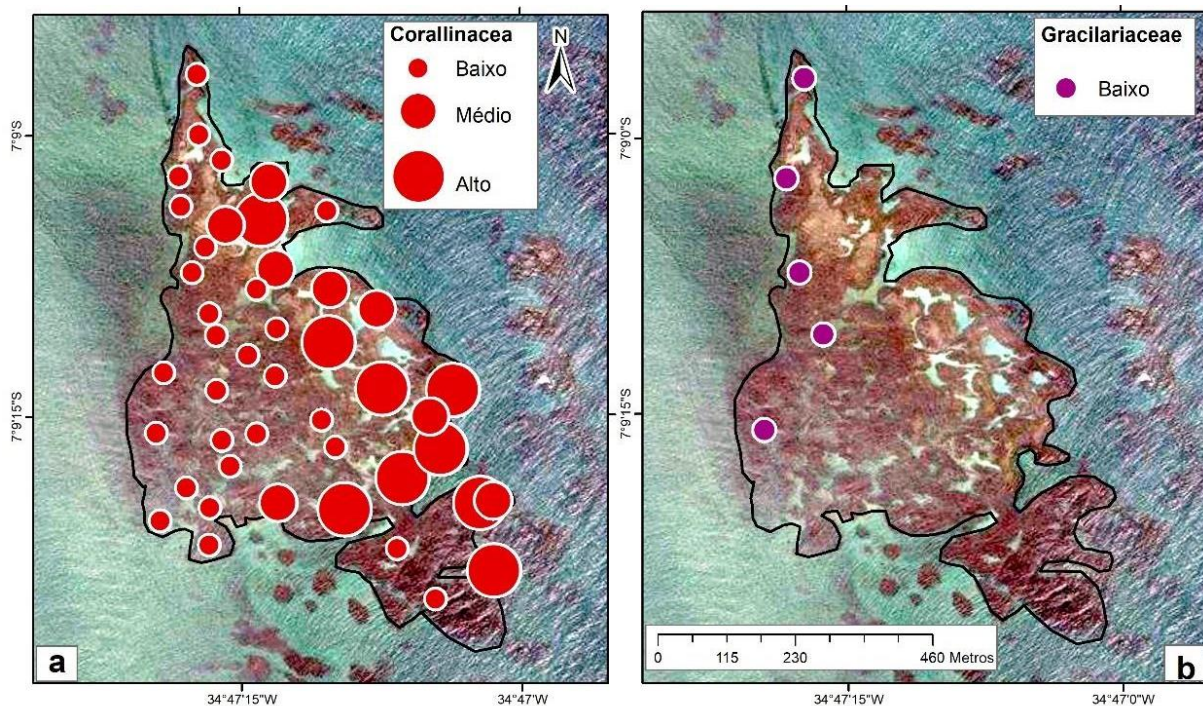


Figura 3: Ocorrência de (a) *Corallinacea* e (b) *Gracilariaceae* na área de estudo.

A família *Halimedaceae* é uma alga calcária, tem o gênero *Halimeda* e pertence ao filo *Chlorophyta* (ordem *Caulerpales*), cujas paredes são calcificadas na forma de aragonita (Figura 4 a). Essas algas são comuns em locais rasos, mas algumas espécies podem ocorrer em locais profundos, inclusive com baixa luminosidade e vivem presas a substratos duros ou moles (LENA et al., 2009).

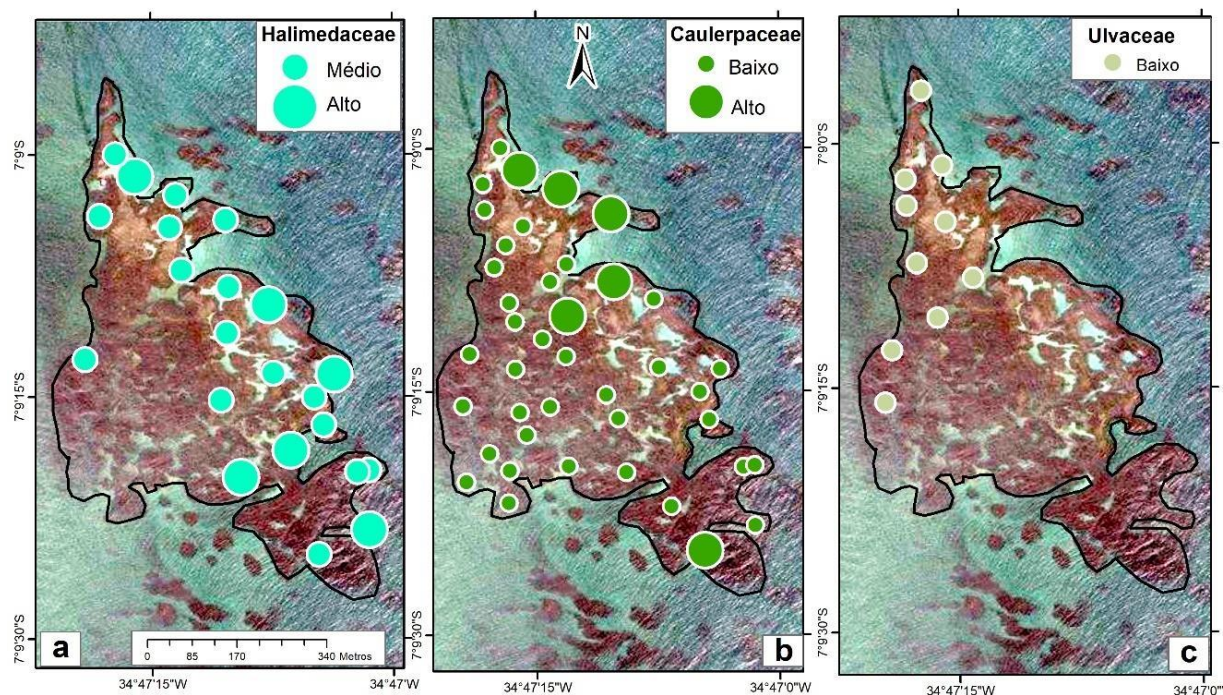


Figura 4: Ocorrência de *Halimeda* (a) *Caulerpaceae* e (b) *Ulvaceae* (c).

Na área de estudo, as espécies de *Halimeda* são formadas por sedimentos e por isso, comumente, são analisadas separadamente das outras algas calcárias. Para o ambiente do Seixas a maior ocorrência de *Halimedaceae* é em sua maioria na área batida. Esse fato justificaria o grande volume de cascalho no Platô Recifal uma vez que a energia das ondas arrasta as folhas das *Halimedas* até o platô, que por ter uma menor energia de ondas, acumula grande quantidade de cascalho em sua porção.

A família *Caulerpaceae* abriga, atualmente, os gêneros *Caulerpa* e *Caulerpella*. Consiste em um grupo também de algas verdes da ordem das *Bryopsidales* (Figura 4 b). Essas algas são comumente utilizadas na indústria farmacêutica como anti-inflamatórios não esteroidais e analgésicos (DA MATTA et al., 2016; MARTINS et al., 2018). As espécies do gênero *Caulerpa* são encontrados em abundância em águas quentes da região tropical do planeta, sendo que a maioria das espécies se encontra concentrada na região Nordeste do Brasil (BRASILEIRO et al., 2016). No recife do Seixas a ocorrência da família *Caulerpaceae* se concentra na Área Batida especificamente no setor B7, entretanto, percebe-se a sua presença em todos os setores, mas com pouca significância.

A família *Ulvaceae* pertence ao filo *Chlorophyta*, ordem *Ulvales* e ocorre principalmente na Área Batida e parte no Platô Recifal, todos na porção norte do recife, nos setores B7 e P4 (Figura 4c). São algas cujo talo possui organização parenquimatosa, em forma de lâmina expandida, composta por duas camadas de células, contendo um

grande cloroplasto cada (GRAHAM e WILCOX, 2009). O gênero *Ulva* foi o único identificado da família *Ulvaceae*. É conhecido como oportunista e tolerante às amplas variações dos parâmetros ambientais, fazendo parte de um grupo de algas que são indicadoras de ambientes alterados, particularmente sob a influência de matéria orgânica no ambiente. Esse gênero está presente em águas marinhas em todas as partes do mundo e podem habitar também águas salobras, como estuários, e águas continentais, no entanto estas devem apresentar valores de salinidade dentro do limite de tolerância das espécies (DE CARVALHO et al., 2013).

A família *Udoteaceae* apresenta dois gêneros, *Udotea* e *Peniculus* e possui uma maior concentração no Platô Recifal, especificamente no setor P4 (Figura 5a). Essas algas são importantes no sequestro de carbono e fundamentais para o balanço das concentrações do gás carbônico atmosférico, além de contribuírem na construção e sedimentação dos recifes organogênicos (DEWREEDE, 2006). A presença e nível de calcificação na *Udoteaceae* lhes confere uma ampla variedade de formas, que são utilizadas para a separação dos táxons (VERBRUGGEN et al., 2009).

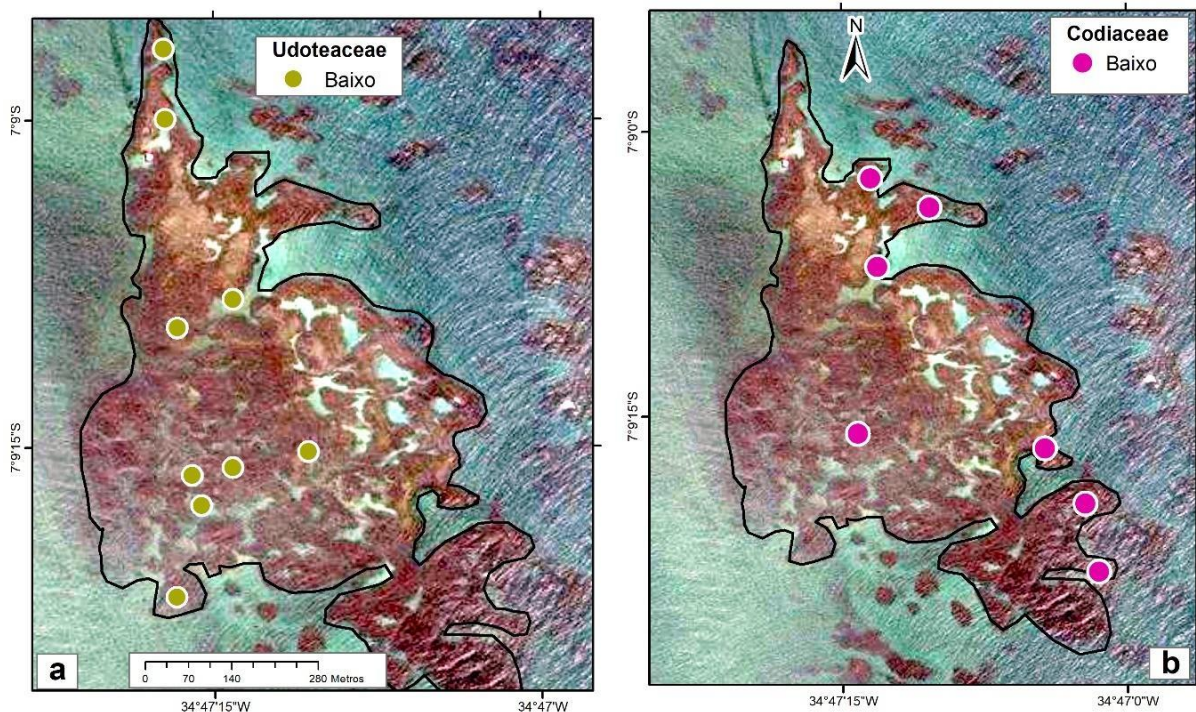


Figura 5 : Ocorrência de *Udoteaceae*, *Codiaceae*, *Gracilariaceae*.

A família *Codiaceae* é uma macroalga verde do filo *Chlorophyta* dentro da classe *Ulothricophyceae* na ordem das *Siphonales*. A *Codiaceae* apresentou uma maior

ocorrência no setor batido, principalmente nos setores B7 e B9 que apresentam morfologia bem rugosa (Figura 5b). Essas algas possuem em sua grande maioria o talo constituído por tubos ramificados entrelaçados constituído por um denso agregado de filamentos, formando um corpo macroscópico de forma definida (PEDROCHE et al., 2002). Os resultados mostraram que todos os exemplares registrados dessa família no recife de corais foram do gênero *Codium*. Popularmente, seus representantes são denominados como “spaghetti grass”, “dead man’s fingers”, “japanese weed” e “oyster thief” (PEDROCHE et al., 2002).

3.6.2 Corais e hidróides calcareos

Para os corais foram identificadas três famílias diferentes, a primeira foi a *Siderastreidae* com 1,65% de ocorrência no recife (Figura 6 a). Percebe-se que esta família está bem distribuída sobre o recife, pois percebe-se que em todas as áreas foram registrados alguma ocorrência do gênero independentes da morfologia ou da profundidade a qual a colônia estivesse instalada. Neste grupo, o gênero mais encontrado na área de estudo foi a *Siderastrea*, que datam desde o Cretáceo, caracterizando-se por formar colônias maciças ou laminares e raramente (NEVES; DA SILVEIRA, 2003).

A família *Mussidae* (Figura 6 b) ocorre apenas na Área Batida do ambiente recifal, principalmente nas bordas das “piscinas do Seixas”, com uma profundidade entre 0,3 e - 1,2 m. Esta categoria englobou dois principais gêneros encontrados no ambiente do Seixas, a *Mussismilia hartti* e a *Missismilia hispida*. A *Mussismilia hartti* é uma espécie que apresenta os cálices separados, de forma dicotômica, sem formar ramos laterais.

Três diferentes variações morfológicas, como as variedades laxas têm os cálices bastante separados e caracteriza os ambientes de águas mais calmas, a variedade *Confertifolia* apresenta os cálices pouco separados e é comumente encontrada em águas mais agitadas e a variedade intermédia abrange todas as formas que não apresentam as características extremas das variedades *Laxa* e *Confertifolia*.

A colônia viva apresenta coloração variada em tons de cinza, amarelo, verde e marrom. A espécie *Mussismilia braziliensis* é endêmica da fauna coralina brasileira e ocorre tanto em águas rasas (2 a 3 m), resistindo bem à turbidez moderada, quanto em águas mais profundas (15 a 30 m e ocasionalmente 80 m) (Marangoni et al., 2017).

O gênero *Millepora* foi o encontrado no recife do Seixas com 1,34% de ocorrência (Figura 6 c) é possível observar que no ambiente do Seixas a família apresentou-se

principalmente no fundo das piscinas em colônias grandiosas, chegando a ocupar dois quadrados na realização dos transectos. A família *Milleporidae* é da ordem *Anthoathecatae*, e pertence aos denominados falsos corais duros, ou hidrocorais, da classe *Hydrozoa*, com um ciclo de vida que alterna uma fase pólipo e uma fase medusa, característica que os diferencia dos corais da classe *Anthozoa* (AJALA-BATISTA et al., 2020). Este gênero vive nas águas costeiras de até 40 m de profundidade, formando parte de recifes de corais como um autêntico elemento estruturante de fundos bentônicos duros iluminados (SOUZA et al., 2016).

As colônias podem atingir mais de 1 m de altura e largura, possuem coloração amarelo, relativa à atividade das algas simbiotes. Somente a camada superficial da colônia é viva e seus tentáculos são capazes de infligir lesões urticantes que variam de intensidade de acordo com a espécie envolvida, é conhecida popularmente como “coral de fogo”.

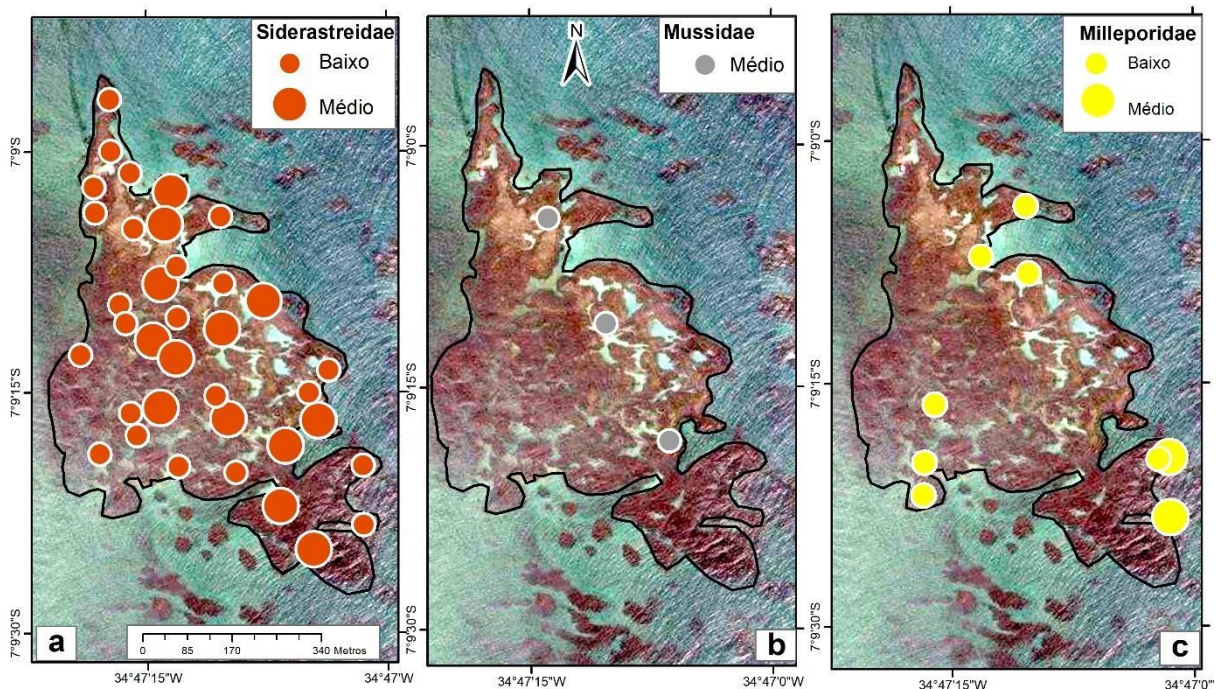


Figura 3: Ocorrência de (a) *Siderastreidae*, (b) *Milleporidae*, (c) *Mussidae*.

3.6.3 Poríferos e zoantideos

A categoria *Zoanthidae* teve uma ocorrência de 4,48% de cobertura (Figura 7 a) e o gênero com maior ocorrência dos zoantideos identificados no ambiente foi o *Palythoa*.

No Brasil, diversos compostos de esponjas marinhas foram isolados e encontram-se atualmente submetidos a testes clínicos, com vistas ao tratamento de diversas formas de câncer (Berlinck et al., 2004). Segundo Silva e Rodrigues (2014), estes compostos incluem *alcalóides*, *terpenóides*, bases nitrogenadas, compostos *indólicos*, *macrolídeos*, *peptídeos* e diversas outras classes de substâncias, todas com grande potencial para o desenvolvimento de novas drogas medicinais.

A classe *Porifera* é conhecida popularmente como esponjas (CAVALCANTI et al., 2019) e os resultados obtidos mostram que se concentraram no setor B7, na Área Batida (Figura 7 b). Segundo Hajdu et al. (1993), apesar da aparente simplicidade quando comparado a animais mais complexos, o padrão de organização das esponjas é indiscutivelmente eficiente, tendo garantido sua presença nos ecossistemas marinhos por mais de meio bilhão de anos.

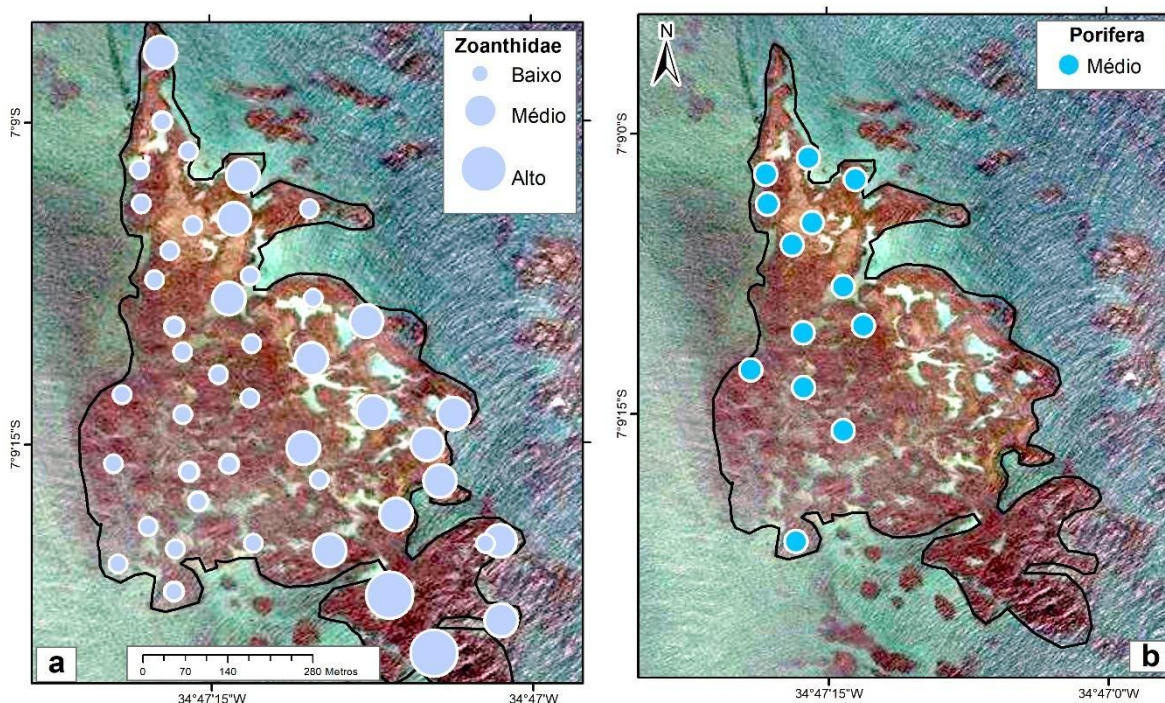


Figura 74: Ocorrência de (a) Zoanthidae. (b) Porifera.

3.6.4 Rodolitos lisos e rodolitos rugosos

Os rodolitos lisos obtiveram uma cobertura de 5,28% (Figura 8 b) apresentando uma concentração no Platô Recifal e em parte da Área Abrigada (A3). No último setor da Área Batida foi possível observar uma cobertura acentuada dessa categoria. Já os rodolitos rugosos apresentaram uma cobertura de 6,8% (Figura 8 b) de cobertura, com

uma contração também no platô, mas observou-se que mesmo a maior ocorrência acontecendo no platô, todas as áreas obtiveram ocorrência tanto dos rodolitos lisos como dos rugosos, mas com menor quantidade.

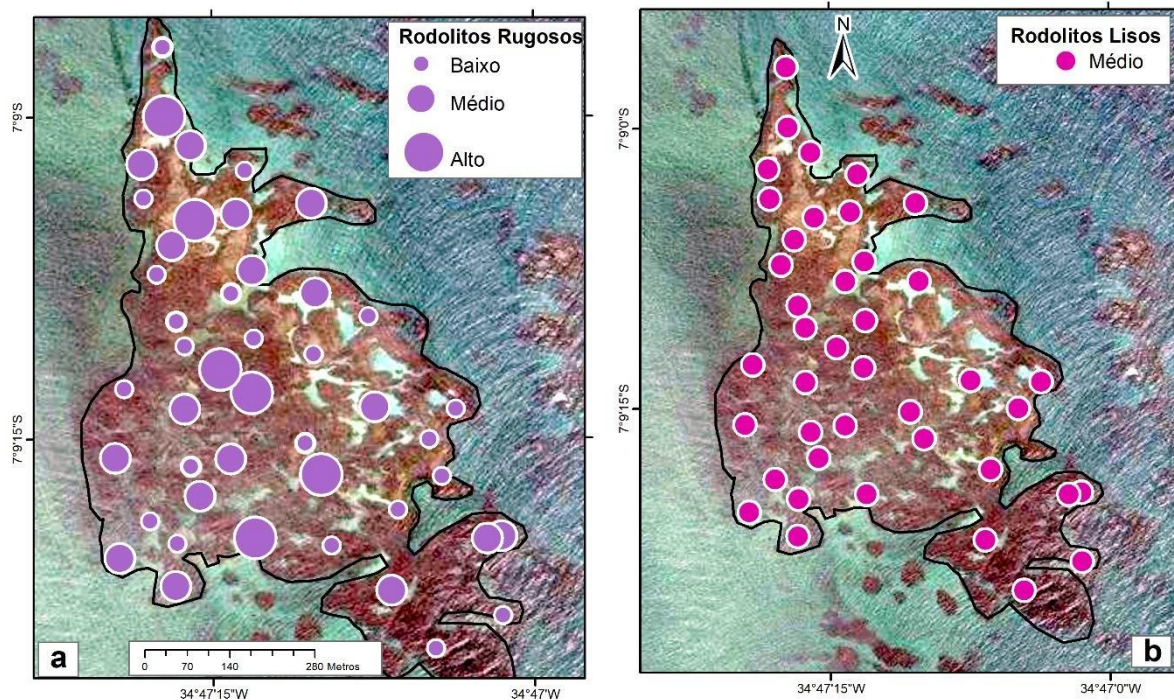


Figura 8: Ocorrência de (a) rodolitos lisos e (b) rodolitos rugosos.

Observa-se que as macroalgas foram identificadas como os organismos predominantes nas amostras de cobertura superficial, sendo a maioria algas verdes ou vermelhas (calcário) ou algas castanhas.

A zona da parede recifal (área batida), considerada uma área de maior impacto das ondas, é formada por espaços entre as colunas recifais verticalizadas, sendo geomorfologicamente e funcionalmente importante na dissipação da energia das ondas do Oceano Atlântico. Apesar da sua considerável complexidade e convexidade, esta zona serve de abrigo e refúgio a vários grupos de animais (pedregosos: *Siderastrea stellata*, *Montastrea cavernosa*, *Mussismilia harttii*), corais hermatípicos (hidróides calcários: *Millepora alcicornis*) e Zoantídeos (*Zoanthus sociatus* e *Palythoa caribaeorum*). Além disso é importante ressaltar o fator morfológico desses grupos, eles propiciam uma arquitetura e porosidade singular que interfere diretamente no processo de atenuação das ondas (BURKE, SPALDING 2022).

3.7 Clima

O clima na área estudada é o Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental (tropical quente úmido). A Massa Equatorial Atlântica (MEA), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Frente Polar Atlântica (FPA) e as correntes perturbadas de leste (ondas de leste), onde predomina o ar dos alísios de SE, são os principais sistemas de circulação atmosférica que atuam na área (NEVES et al., 2010).

Nimer (1979) explica que a climatologia do Nordeste apresenta grande complexidade, que "não se traduz em grandes diferenciações térmicas, mas reflete-se em uma extraordinária variedade climática, do ponto de vista da pluviosidade". Este ainda acrescenta que dentre vários fatores, "sua complexidade decorre fundamentalmente de sua posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica" (NIMER, 1979, p. 315).

Na região litorânea a umidade do ar é relativamente alta (média de 80%) e apresenta um total anual de precipitação média de 1700,0 mm de acordo com 30 anos de dados período utilizado de 1961 a 1990 obtidos pela estação climatológica de João Pessoa, monitorada pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESPA, 2016). As chuvas são consideradas regulares no período do outono e inverno (entre os meses de abril a julho), e, no restante do ano, o sol é abundante o que contribui para a visitação nos recifes durante a estação seca, com temperatura mínima do ar de 22°C e temperatura máxima chegando a pouco mais que 30°C (INPE, 2014).

É importante destacar que o fator climático é de extrema importância para o ambiente recifal, uma vez que estes possuem grande sensibilidade térmica, logo quando todo o sistema climático modifica as temperaturas das águas sofrem oscilação térmica, mesmo que mínimas, esses ambientes sofrem grandes danos. Destaca-se os anos de El Niño, que são fenômenos climáticos que proporcionam um aumento anômalo nas águas do Oceano Pacífico (OLIVEIRA, LEÃO, 2021). No Oceano Atlântico, o El Niño pode influenciar os padrões climáticos e as condições oceânicas nessa região como as mudanças e variações nas temperaturas da superfície do mar, padrões de precipitação e circulação das correntes diferentes.

Portanto, os anos de El Niño têm sido reconhecidos como eventos que podem desencadear mudanças significativas nos ambientes recifais, representando desafios para a conservação desses ecossistemas vitais. A compreensão dos efeitos do El Niño nos recifes de coral é fundamental para a adoção de medidas de manejo adequadas e estratégias de conservação eficazes, visando a proteção desses ecossistemas vulneráveis.

3.8 Ventos, maré e correntes

O regime dos ventos na região dos recifes do Seixas possui uma sazonalidade bem-marcada, com velocidade variando entre 2 e 4 m/s. Segundo a escala de Beaufort (NEVES, 2003), esses ventos são tidos como fracos ou moderados, sendo os meses de julho, agosto e setembro os que apresentam as maiores velocidades, variando de forma progressiva até o fim do inverno em meados do mês de setembro (MASSEI, 2019). A intensidade e ângulo de incidência dos ventos respondem pela geração das ondas e pelo sentido de deslocamento das correntes costeiras, definindo áreas de ganho e perda de sedimentos ao longo do litoral (ARAÚJO et al., 2017).

As previsões regulares das alturas das marés ao longo da costa Paraibana são fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) – Marinha do Brasil para um único ponto: o Porto de Cabedelo. O regime de marés do litoral da Paraíba é do tipo semiduro (período de 12,42 horas), com duas preamares (marés altas) e duas baixas mares (maré baixa) por dia (IBGE, 2011). Segundo dados da Marinha do Brasil, a amplitude está incluída na classe de mesomarés, apresentando altura média de sizígia⁴ de 2,18 m e altura média de quadratura⁵ de 1,04 m, com máximo de 2,7 m e mínima de 0,0 m nas marés de sizígia (DHN, 2017).

As correntes litorâneas seguem normalmente a direção dos ventos dominantes. Preferencialmente fluem de Sul para Norte. A costa paraibana encontra-se na área geral de influência da bifurcação do sistema de correntes equatorial. Ao largo prevalecem as correntes para norte, com intensidades variando anualmente de 0,8 a 2 nós (PIRES et al., 2004).

Conforme Estudo e Relatório de Impacto Ambiental da Falésia do Cabo Branco – EIARIMA/Cabo Branco (FADURPE, 2011), as correntes litorâneas na área de estudo sofrem com o efeito difração, esta consiste no espalhamento radial da energia da onda, devido à interação com obstáculos naturais (ilhas, ambientes recifais) ou obras civis (quebra-mares) (SOARES, CHACALTANA, 2003. (Figura 09). Essas correntes vêm predominantemente de Sudeste para Noroeste e encontra-se com o ambiente recifal que

⁴ Marés de Sizígia: ocorrem nas ocasiões em que o Sol, a Terra e a Lua estão alinhados. Nesse caso há a sobreposição das marés lunares e solares e, consequentemente, temos as marés altas ainda mais altas e as marés baixas ainda mais baixas. As marés de sizígia ocorrem a cada duas semanas, correspondendo às luas cheia e nova.

⁵ Marés de Quadratura: ocorrem quando a Lua e o Sol formam um ângulo reto, tendo como vértice a Terra. Nesse caso, temos as marés mortas, que correspondem às luas crescente e minguante.

provoca o fenômeno de difração, essa corrente é barrada ao norte pela plataforma de abrasão formada frente ao farol do Cabo Branco, formando um declínio possível de ver na Figura 3, sendo uma área de perda de sedimentos que evidencia a proteção gerada pelo ambiente recifal do Seixas, contribuindo para a formação da cúspide frente ao recife.

Fonte: EIARIMA/Cabo Branco (FADURPE, 2011).

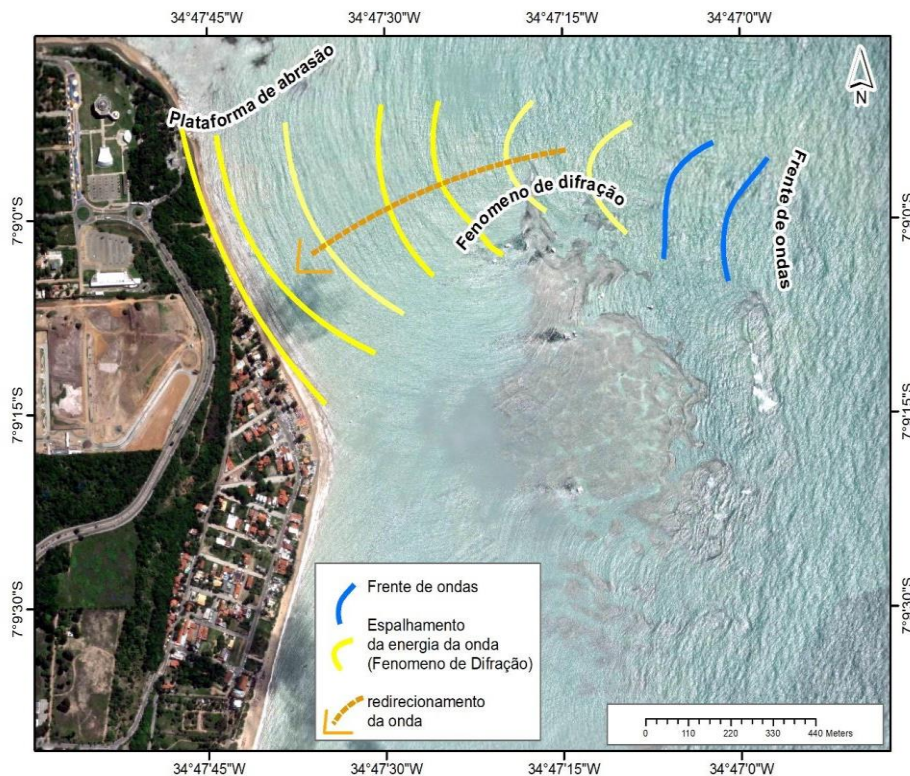


Figura 9: Correntes litorâneas da praia do Seixas e o efeito de difração por influência do recife.

Pelas correntes geradas na zona costeira, as ondas são capazes de transportar enormes quantidades de materiais e assim, modificar a morfologia da praia (MOURA REIS et al., 2008). De acordo com os dados obtidos por Silva (2009), as maiores velocidades encontradas para as correntes no período de seu estudo apresentaram velocidades de 0,38 m/s e 0,31 m/s para os meses de dezembro e junho/2008, respectivamente.

3.9 Maritimidade e a cidade

O Índice de Balneabilidade das praias do litoral paraibano é analisado pela Coordenadoria de Medições Ambientais da Superintendência de Administração do Meio

Ambiente (SUDEMA), conforme preconizado pelas resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, em especial a Resolução CONAMA 274/2000. O resultado da análise é qualitativo - próprio ou impróprio para o banho – e publicado semanalmente no site do órgão.

Mesmo considerando essa classificação qualitativa, os dados divulgados pela SUDEMA quanto à balneabilidade já vêm, há algum tempo, sinalizando para o fato de que, das onze praias do litoral de João Pessoa, oito destas têm sido frequentemente acometidas pela condição de inapropriada para o banho. A pesquisa realizada por Lima (2013), demonstrou que 57,7% do período monitorado – 30 das 52 semanas, no ponto de monitoramento pela SUDEMA no Rio do Cabelo/PB (Latitude 7°09'50,31"S e Longitude 34°47'43,33"O) esteve classificado como impróprio para o banho. Este estudo indicou uma relação direta entre os índices pluviométricos e a qualidade da água, possivelmente pelo fato de que nos meses com maiores índices pluviométricos ocorre a prática da abertura do sistema de esgoto nos canais que contém água de chuva (como forma de evitar o transbordamento de águas pluviais), acarretando o transporte de resíduos inadequados, aumento da turbidez, como também pode levar contaminantes para a água.

O bairro do Seixas foi loteado na década de 1970 (COUTINHO, 2004) e guarda características marcantes do início do processo de urbanização. Possui em torno de 350 habitantes, distribuídos em uma área de 0,59 km². No caso do recife do Seixas, estes foram por muitos anos utilizados para uso recreativo como para a própria pesca de subsistência apenas por pescadores locais e moradores da região (MELO, 2008; MELO et al., 2014; TORRES et al., 2016).

Realidade esta que foi alterada ao longo dos últimos anos, devido ao processo acelerado de uso e ocupação litorânea, tornando-se um dos principais atrativos turísticos do Estado. Embora a área em que se localiza o recife do Seixas e do entorno promova uma das mais belas paisagens naturais de João Pessoa, sendo visitada pelo turismo de forma massiva - seja este de escala mundial, regional e local, a própria comunidade encontra-se inserida nestas condições supracitadas, tornando a olhos nus, impactante e, ao mesmo tempo, contraditório.

Atualmente observa-se que existe um movimento de melhorias por parte da administração pública, sobre a estrutura e acesso ao bairro, vias principais asfaltadas e ruas interlineares calçadas, todas buscando uma melhor condição de acesso à praia. E um aumento significativo sobre a ocupação de bares e restaurantes próximos a praia de acesso ao ambiente recifal.

Tudo isso vem de encontro com LEI Nº 13.813, 10 de setembro de 2019, que institui como polo gastronômico "mais oriental das américas" os bares e restaurantes compreendidos na praia do Seixas no âmbito do município de João Pessoa, está criando incentivo e dá outras providências. Isso viabilizou que um processo de glamorização da praia do Seixas, e por conseguinte dos ambientes recifais, onde a busca se tornou mais massiva, sendo barrada apenas pela Pandemia global (COVID-2019). Mas nos anos subsequentes a liberação de uso e visitação das praias e eventos nos bares e restaurantes, a prática voltou com grande energia, potencializada por todo esse enfoque dado ao mais novo polo gastronômico de João Pessoa.

O que não foi feito até então por parte da Prefeitura é um ordenamento da faixa da orla da praia do Seixas, que contribua e traga a participação dos pescadores e moradores irregulares da orla que residindo nessas áreas, podem contribuir e enriquecer o processo de conservação com sua vivência e saber local. Ao que se percebe até então é que nenhum projeto foi realizado pensando na realidade desses moradores da orla do Seixas que por consequência tem em seu quintal o ambiente recifal. Uma vez que não é de interesse da prefeitura conservar essas áreas, mas sim explorar ao máximo. Salientando mais uma vez a necessidade de se realizar uma pesquisa que abarque um ambiente recifal, sobre seus diferentes aspectos, trazendo uma análise real sobre esse ambiente frente ao uso desordenado e a administração passível de interesses.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho trata-se do resultado da integração de dados e esforços de um conjunto de pesquisadores que, direta ou indiretamente comprometidos, subsidiaram com apoio científico e técnico.

Esta pesquisa é caracterizada como multidisciplinar pois trata da integração de diversas áreas das ciências (geografia, geoecologia, geologia, geomorfologia, biologia, gestão, turismo, entre outras), resultando na compilação de dados e de uma análise crítica ao longo de um período.

Como metodologia aplicada foi utilizado o método quantitativo e descritivo gerando um diagnóstico da área, que é de suma importância, pois revela uma representação da paisagem local, podendo ser usado como referência para pesquisas futuras.

4.1 Aquisição de dados

4.1.2 Batimetria da região de influência do recife do Seixas

Os dados sobre a batimetria do ambiente recifal do Seixas e área de influência resultaram em dados detalhados sobre a morfologia do recife. Para o levantamento batimétrico foi utilizada uma estação total acoplada a um ecobatímetro HD-MAX, disponibilizado pela UFPE que possibilitou a coleta de dados da linha de praia até o limite interno dos recifes, durante os dias 04 e 05/outubro de 2017. Os levantamentos ecobatimétricos consistem na determinação da variação da profundidade partindo da obtenção das coordenadas de um ponto junto a sua profundidade (Figura 10).



Figura 10: Metodologia de aquisição de dados pelo ecobatímetro HD-MAX.

Nesse levantamento foram coletados dados sobre a altitude do ambiente recifal, esses dados foram colhidos durante a maré 0,0, e restringiam-se aos ambientes recifais.

Mais informações sobre a batimetria da região de influência do recife do Seixas são descritas em Massei (2019) e Lima (2017).

Estes equipamentos foram instalados na embarcação (para levantamento batimétrico) na lateral direita. Foram realizados 9 perfis seguindo uma malha de 200 m de intervalo, somando aproximadamente 8 km percorridos. O levantamento batimétrico foi realizado no período diurno do dia 24 de novembro 2017. Foi usado como nível de referência (NR) as previsões da publicação da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, chamada Tábua de Marés 2017, com relação ao Porto de Cabedelo/PB, localização da estação maregráfica mais próxima.

Com a base batimetria efetuada, a área de estudo foi dividida em três subsetores: Área Abrigada, Área Platô Recifal, e Área Batida (Tabela 2):

Tabela 2: Setorização do ambiente recifal, conforme a morfologia.

Sectores	Características	Subsetores (%)
Área Abrigada	Correspondem a áreas constantemente submersas e abrigadas (voltadas para o continente)	A1 (19,3%), A2 (32,5%), A3 (20,2%)
Área Platô Recifal	Surgem na maré baixa, formando piscinas naturais.	P1 (27,3%), P2 (47,0%), P3 (27,4%)
Área Batida	Possuem áreas emersas durante as baixa-mares e de contorno mais acidentado em relação as demais zonas (voltado para o mar aberto)	B1 (26,5%), B2 (27,2%), B3 (66,1%)

Essas áreas foram subdivididas em nove setores para facilitar os procedimentos de amostragem no ambiente recifal e na área de influência (Figura 11), e a compreensão de potenciais padrões. Os pontos de amostra de sedimentos da linha de praia até o ambiente recifal do Seixas podem ser observados na Figura 11. Essas amostras foram coletadas durante o levantamento batimétrico.

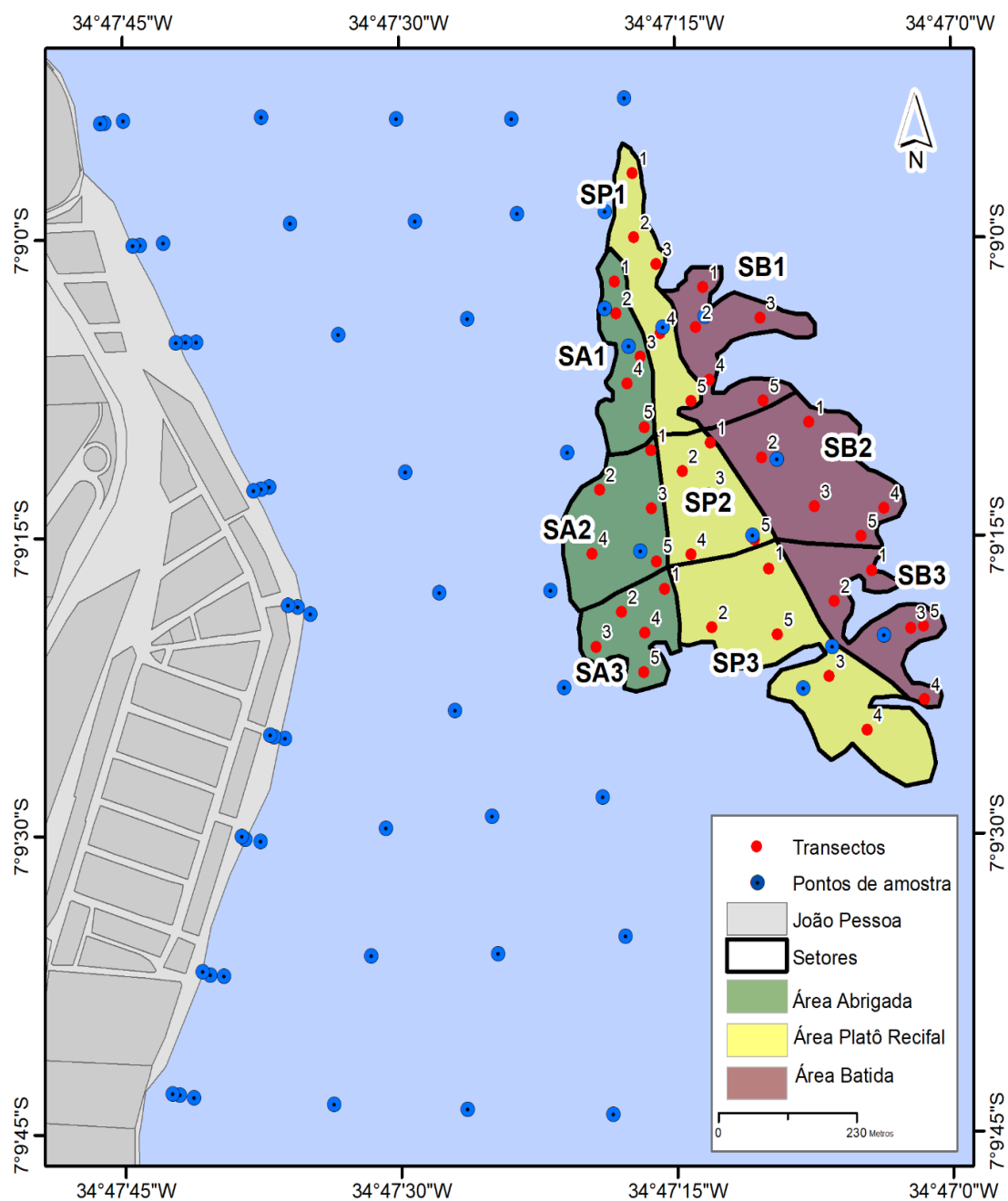


Figura 11: Mapa da distribuição dos pontos de coleta e definição dos setores do ambiente recifal do Seixas.

4.3 Análise da mudança da linha de costa

4.3.1 A Plataforma Coast Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE)

A análise da linha costeira foi realizada utilizando o módulo *ShoreAnalyst* do *Coast Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE). Esse processador possui

uma interface gráfica construída em JavaScript GEE API, o que permite criar e compartilhar códigos de forma livre. A CASSIE é uma ferramenta web de código aberto integrada à plataforma GEE, que oferece acesso direto a dados públicos de satélites internacionais.

Essa plataforma possibilita o mapeamento de linha costeira em escala planetária, desde que existam imagens de satélites disponíveis no banco de dados do GEE, e nelas são passíveis de interação entre água e terra, tanto no domínio espacial quanto temporal (Figura 12).

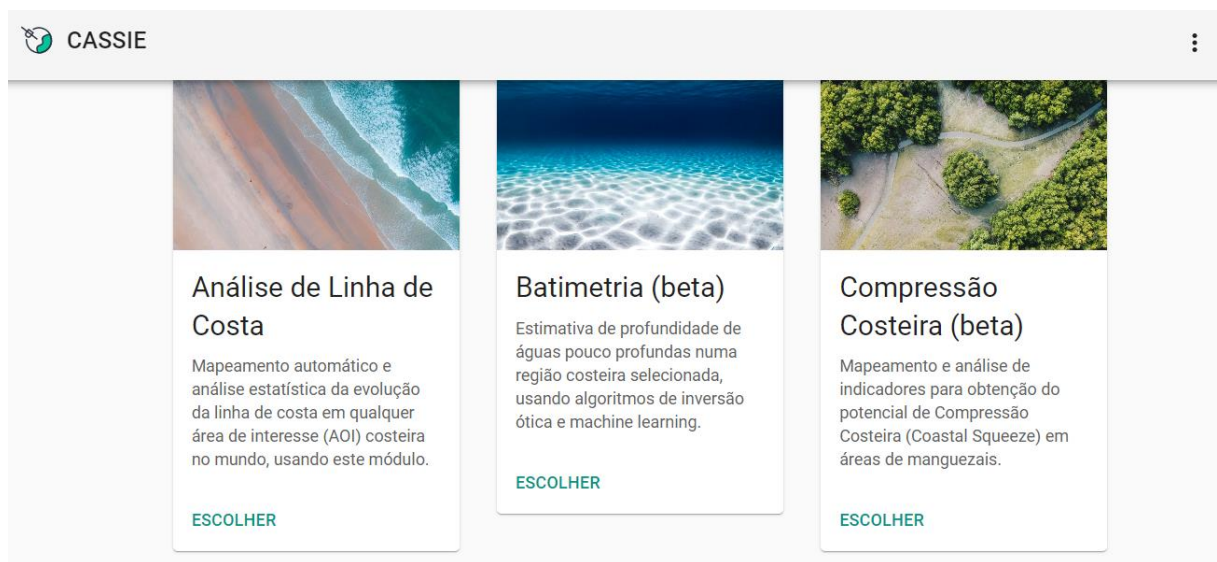


Figura 12: Vista inicial da plataforma CASSIE.

Após a definição da linha de costa, o passo seguinte é a escolha do banco de imagens que será processado. As imagens disponíveis são das coleções Landsat e Sentinel. As imagens Landsat possuem resolução espacial de 30 m, com ciclos de capturas de 16 dias, e período de atividade de 1984 até o presente (2023). As imagens Sentinel possuem resolução espacial de 10 m, ciclos de captura de 5 dias, e período de atividade de 2013 até o presente (2023).

Para determinar a mudança na linha de costa foram usados ambos os satélites em busca de realizar uma cobertura maior da escala temporal de análise. Como as imagens utilizadas devem ter percentual de nuvem de 0%, isso reduz drasticamente a quantidade de imagens disponíveis para serem utilizadas na determinação da mudança da linha de costa.

Para reduzir o tamanho das imagens utilizadas, a plataforma permite que uma região de interesse possa ser definida pelo usuário, e que apenas esse recorte seja processado. Além disso, apenas as bandas espectrais específicas que são necessárias para a detecção da linha de costa (bandas vermelha, verde e infravermelha médio) são carregadas e usadas no processo.

Em seguida, são realizadas operações sequenciais para o pré-processamento das imagens, incluindo a criação de um mosaico de imagens (se necessário), a seleção da imagem por ano e o cálculo do percentual de nuvens. Essa porcentagem é obtida a partir das imagens utilizadas na análise, por meio do algoritmo CFMask para detecção de nuvens (FOGA et al., 2017).

Para determinar a mudança na linha de costa é necessário o uso de uma linha base determinada em campo ou digitalizada manualmente pelo usuário e serve como ponto de partida para todos os transectos lançados pela CASSIE. As estatísticas de linha de costa CASSIE (por exemplo, taxa de variação) são baseadas no método da distância da linha de base (LEATHERMAN; CLOW, 1983; THIELER et al., 1994).

4.3.2 Definição da linha base

A linha de base deve ser colocada no lado terrestre e a uma certa distância da linha de costa, para evitar interseção com qualquer linha de costa histórica, a partir da linha de base são selecionados a extensão e espaçamento entre os transectos de extração dos dados para a análise estatística. O espaçamento escolhido nesse estudo foi de 100 m com transecto de 1k de extensão.

A CASSIE aplica um algoritmo de detecção automática da linha de costa às imagens pré-processadas, que é realizado utilizando o Índice de Água de Diferença Normalizada (NDWI) aplicado a cada uma das imagens selecionadas:

$$NDWI = \frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)} \quad (6)$$

Onde NIR e GREEN são o reflexo do pixel SR na faixa infravermelha médio e na faixa verde, respectivamente. Quando a imagem NDWI resultante tiver um histograma bimodal claro (as duas classes, terra e água, são bem distintas na imagem), o corpo de água e a terra são classificados, usando um algoritmo de limiar de duas classes Otsu (OTSU, 1979).

Após a extração automática da linha costeira de todas as imagens selecionadas, a CASSIE calcula um conjunto de análises estatísticas para cada transecto individual, seguindo a abordagem usada no software Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (THIELER et al., 2017), descrito abaixo por Franco (2021):

- *Envelope de mudança de linha de costa (SCE)*: a distância (em metros) entre a linha de costa mais distante e mais próxima da linha de base em cada passagem. Apresenta uma distância (em metros), não uma taxa.
- *Movimento Litoral Líquido (NSM)*: distância (em metros) entre as linhas costeiras mais antigas e mais jovens para cada transecto. Apresenta uma distância (em metros), não uma taxa.
- *Taxa de Ponto Final (EPR)*: taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano), calculada dividindo a distância do movimento da linha de costa pelo tempo decorrido entre a linha de costa mais antiga e a mais recente. Apresenta uma taxa de variação em metros/ano considerando a linha de costa mais antiga e a mais recente. Não leva em conta as datas intermediárias. Apresenta um valor de confiança, que é função das incertezas atreladas a cada linha de costa (ECI), (KLEIN et. al, 2016).
- *Taxa de Regressão Linear (LRR)*: taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano), baseada na inclinação da linha de regressão linear, e computada através do ajuste de uma linha de regressão de mínimos quadrados a todos os pontos da linha de costa para todas as passagens. Apresenta uma taxa (metros/ano).

4.3.3 Classificação linguística

Para classificação linguística os intervalos serão divididos em classes considerando a legenda linguística aplicada por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acrecção, estável, erodida e criticamente erodida) Tabela 3.

Tabela 3 : Classificação das classes propostas por Esteves e Finkl (1998).

Status de alteração da linha costeira	Condição do LRR
Acreção	> 0,5 m/ano
Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
Erodido	-1 a -0,5 m/ano

Status de alteração da linha costeira	Condição do LRR
Criticamente Erodido	< -1 m/ano

Sendo possível realizar uma análise sobre a evidente mudança da linha de costa da área do recife do Seixas, na Figura 13 é possível entender de forma mais clara os métodos de execução aqui mencionados, para chegar a uma análise dos dados, é importante mencionar que em comparação o processamento de dados com as imagens com maior escala foi inferior aos dados com menor escala. E por ser uma ferramenta ainda em desenvolvimento ela mostra uma instabilidade nos danos muito grande. Mas foi de essencial importância seu uso na definição das linhas costeiras, pois, possibilitou uma validação para a técnica para áreas pequenas que necessitem de uma escala de detalhes muito grande.

4.3.4 Uso do solo na faixa costeira da área de estudo

Para análise do uso do solo foram utilizados os dados do MapBiomas que são realizados a partir dos mosaicos de imagens do Landsat, que são classificados quanto a cobertura e uso do solo, para cada ano desde o ano de 1985 até o ano atual. Sendo disponibilizados em uma linha do tempo cronológica com dados de cobertura, sendo possível filtrar a área que deseja analisar por Estado, Bioma, Município e qualquer outra geometria desejada por meio dos *Toolkits* preparados no Google Earth Engine (GEE). Esta ferramenta tem a vantagem de exportar tanto o mapa como a estatística de área para as geometrias e períodos selecionados.

Dentro da lógica proposta pelo MapBiomas, os mapas são atualizados a cada aperfeiçoamento nos algoritmos de classificação. Definir um sistema de classificação é um desafio para o sensoriamento remoto e estudos de ecossistemas terrestres (YANG et al 2017). Considerando que devemos avaliar que a cobertura da terra se refere às características da superfície da Terra, enquanto o uso da terra está ligado às interações humanas com as superfícies terrestres (MARTÍNEZ; MOLLICONE, 2012).

No MapBiomas a metodologia de classificação é dinâmica e processual, e possui uma extensa variação de usos. Para a área de análise foram feitos agrupamentos quando ao tipo de cobertura classificada, chegando a cinco categorias de cobertura: Mangue, Praia e Duna, Formação Florestal, Agricultura e pastagem e Infraestrutura urbana. Para essa análise foram considerados os anos de 2000, 2010 e 2020. Os dados fornecidos pelo MapBiomas foram tratados em ambiente SIG para posterior análise.

4.4 Dados espaço-temporais do turismo

O resgate espaço-temporal das atividades turísticas sobre os ambientes recifais foi realizado considerando o recorte temporal de 2010 a 2020, partindo de dados disponíveis na plataforma de Governo Federal: dados.gov.br, onde o Ministério do Turismo disponibiliza dados passíveis de espacialização que norteiam as atividades turísticas no país. Na qual foram processadas as planilhas brutas com dados de todas as empresas cadastradas que trabalham com a indústria do turismo no Brasil.

- Dados de transporte turístico náutico,

- prestadores de serviços do turismo náutico,
- Meios de Hospedagem,
- Capacidade de hospedagem.

Considerando esses dados foram realizadas filtragens delimitando os dados para a área de estudo, resultando em dados sobre a cobertura de serviços turísticos no estado da Paraíba que remetem ao uso do ambiente recifal do Seixas. Chegamos a Cinco dados primordiais para a análise nessa pesquisa, o primeiro foi o número de embarcações atuando legalmente sobre os ambientes recifais do Estado, o segundo é as rotas turísticas dos barcos cadastrados o terceiro é o número de prestadores de serviço na área do turismo náutico, o quarto é o número de meios de hospedagens e o último é o quanto essa capacidade de leitos aumentou na faixa espaço temporal analisada.

4.4.1 Dados de transporte turístico náutico

Sequencialmente partimos para a distribuição espacial das embarcações cadastradas, onde foram confrontados os dados do Ministério do Turismo com os dados solicitados a Coordenação Regional de Serviços Turísticos da Paraíba, que disponibilizou dados com todas as empresas com embarcação de uso turístico na costa do Estado, junto a isso foram somados os dados de cadastramento de embarcações da Marinha do Brasil para o Estado da Paraíba. Cruzando essas listas e realizando pesquisa documental e de campo, foi possível identificar em qual ambiente recifal elas atuam no intervalo dos anos de 2010 a 2020. Tornando possível a espacialização dos dados levantados em meios cartográficos, para análise de crescimento espacial.

4.4.2 Identificação das rotas turísticas das embarcações cadastrados

Para demonstrar as rotas de turismo sobre os ambientes recifais foi necessário realizar pesquisas sobre os diferentes pontos de embarque dos passeios para os ambientes recifais do Estado. Para isso foi feito um levantamento sobre as agências de turismo especializadas em roteiros na Paraíba, onde chegamos ao número de 559 agências, desse total 270 estão localizadas na capital do Estado o município de João Pessoa, e 53 estão em municípios metropolitanos, e 236 agências então distribuídas nos demais municípios.

Partindo do cadastro dessas agências foi possível realizar um contato por meio de mala direta de e-mail, a todas as agências que anexaram contato de e-mail atualizado, com o seguinte interesse em ambientes recifais na orla de João Pessoa, dos 500 e-mails enviados 361 foram respondidos confirmando a oferta do serviço com possibilidades de ida aos ambientes recifais, com diferentes pontos de embarques. Estes pontos foram o ponto de partida para a realização das rotas turísticas marinhas: Sendo três no município de João Pessoa (a) Praia de Tambaú, (b) Praia do Seixas, (c) Praia da Penha, e um no município de Cabedelo, Município que faz fronteira ao norte da Capital João Pessoa (d) Praia de Camboinha.

Com posse dos pontos de embarque foi possível identificar as (rotas) realizadas, e os roteiros disponíveis em cada ponto de embarque, em diálogos com os vendedores locais nesses pontos de embarque, foi possível compreender a lógica da distribuição espacial desses pontos e observar as rotas realizadas, estas foram reproduzidas em ambiente SIG.

Ainda nos pontos de embarque foi possível identificar uma variável interessante sobre a prática do turismo nos ambientes, sendo possível identificar tentativas de uma prática sustentável.

4.4.3 Identificação dos prestadores de serviços do turismo náutico

Partindo dos dados coletados na plataforma de Governo Federal: dados.gov.br, onde o Ministério do Turismo disponibiliza o Cadastro de Prestadores de Serviços Turísticos (CADASTUR), que inclui o número do cadastro de pessoas físicas e jurídicas que atuam no setor turístico. Sendo obrigatório para Meios de Hospedagem, Agências de Turismo, Transportadoras Turísticas, Organizadoras de Eventos, Parques Temáticos, Acampamentos Turísticos e Guias de Turismo-MEI (Microempreendedor Individual). O cadastro permite ao prestador atuar legalmente, de acordo com a Lei do Turismo.

Foram filtrados apenas os empreendimentos de apoio ao turismo relacionados à atividade náutica ou à pesca desportiva, para os três anos de análise 2010, 2015 e 2020.

4.4.4 Identificação dos meios de hospedagem

Os meios de hospedagens por terem um caráter obrigatório de cadastro no Ministério do Turismo, são um ótimo parâmetro para considerar o crescimento do uso

turístico dos ambientes recifais uma vez que estes são um dos principais atrativos para o turismo na região. Além do fato de serem dados passíveis de espacialização permanente na costa de João Pessoa.

Feito o devido tratamento dos dados para importação em ambiente SIG, buscou-se a melhor forma de representar seu crescimento, considerando que esse crescimento se concentrava sobre os bairros da orla de João Pessoa, optou-se por realizar uma filtragem dos bairros com ocorrência e utilizados como meio de representação de concentração dessa atividade.

Realizando o tratamento em ambiente SIG, onde os dados foram tratados e espacializados considerando a lógica de Martinelli (2009), na qual devemos expor em um mapa, o “o que?”, o “onde?” e o “Quando?” buscando ordenar ou quantificar as características e relações de proporcionalidade entre o fenômeno ou conjunto de dados espaciais, na área.

Dessa forma espacializar os dados sobre os meios de hospedagem no intervalo dos anos de 2010, 2015, e 2020, possibilita essa análise sobre percepção de expressar relação imediata de proporção visual.

4.4.5 Identificação da capacidade dos meios de hospedagem

Ao explorar a variável total de meios de hospedagem, conseguimos identificar a quantidade de leitos disponíveis nesses estabelecimentos, já que isso é um requisito obrigatório no cadastro realizado junto ao CADASTUR. Da mesma forma que os dados sobre a ocorrência dos meios de hospedagem foram apresentados espacialmente, a sua capacidade também foi espacializada, buscando considerar o potencial de aumento de pessoas pela influência do turismo. Considerando que ao menos em dois períodos do ano (julho e janeiro) a sua capacidade máxima é atingida.

4.5 Espacialização dos dados em ambiente SIG

A espacialização em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) desempenha um papel fundamental na análise e interpretação de dados geográficos. Através da combinação de técnicas de análise espacial e visualização de dados, é possível representar informações geográficas de maneira precisa e compreensível.

A espacialização envolve a atribuição de coordenadas espaciais a objetos geográficos, permitindo sua localização e representação em um espaço bidimensional ou tridimensional. Nesta pesquisa será possibilitada a análise de relações espaciais entre diferentes objetos e a visualização de padrões, distribuições e tendências geográficas.

Para isso utilizaremos a interpolação de dados para compreensão dos dados físicos e de cobertura do ambiente recifal (batimetria, sedimentologia, concentração de carbonato de cálcio e matéria orgânica e granulometria), a espacialização ainda foi utilizada para representação espacial dos dados bióticos e abióticos com o uso de graduação de símbolos (concentração dos dados); e para toda a análise dos dados turísticos, utilizando a categorização por cores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos dados físicos

5.1.2 Batimetria

Os resultados da batimetria (Figura 14) mostram que a profundidade máxima do recife é de 4 m, o que corresponde à altura de um banco emerso. O estudo batimétrico revelou que esta formação recifal possui uma altura máxima de 1 m, acima do nível do mar, uma área de 1,88 km², e que essa região está a aproximadamente 30 km da quebra da plataforma continental. A profundidade média encontrada na área de estudo foi de 1,5 m, intercalada por relevos positivos (depósitos sedimentares) e negativos (canais). Os resultados mostraram ainda que as maiores profundidades estão na borda externa do recife.

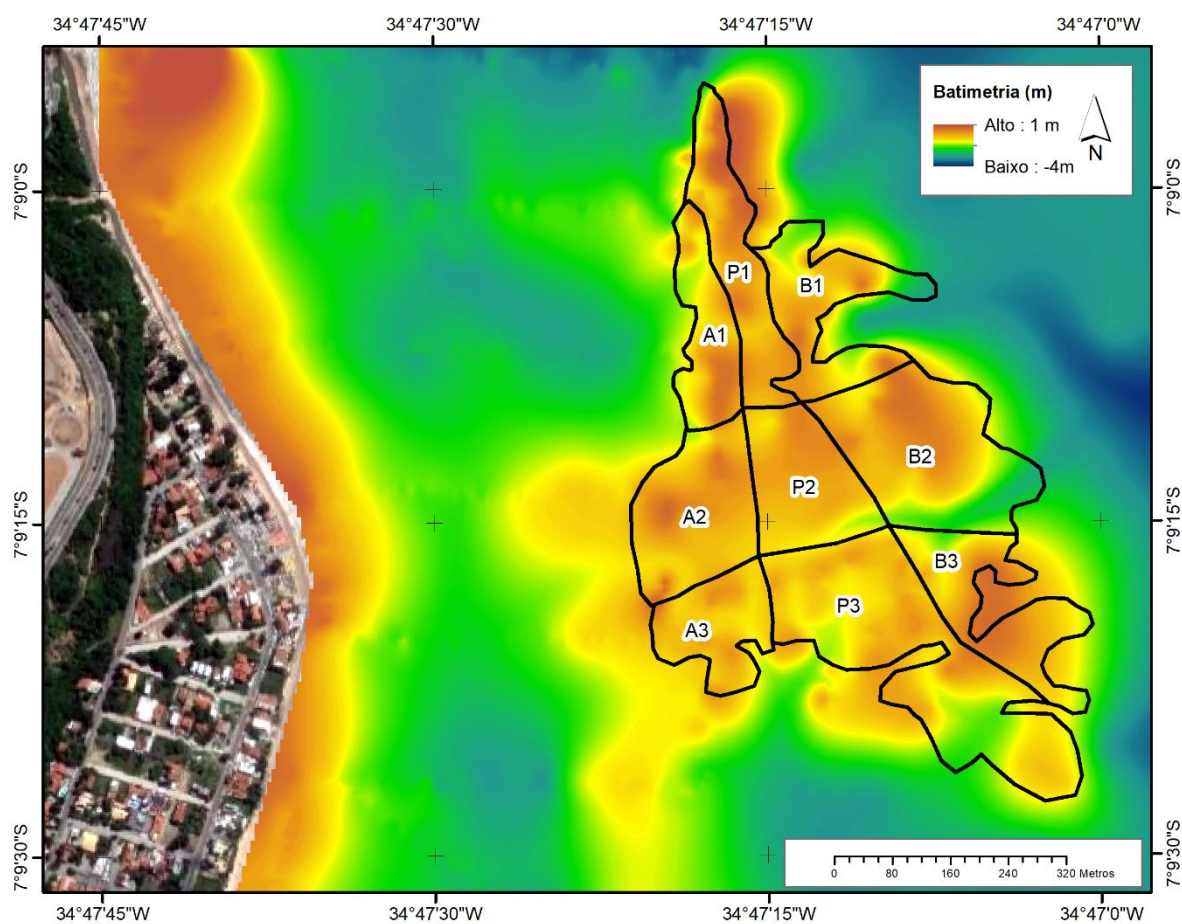


Figura 54: Batimetria do ambiente recifal.

Ainda com base nos resultados, nota-se que a linha de costa (área de praia) possui uma leve inclinação e apresenta um comportamento constante, ou seja, sem muita alteração ao longo de toda sua extensão, sendo observado um aumento suave na borda da margem sul. Pode-se destacar que essa influência se deve possivelmente pelo Rio Cabelo, que deságua no Oceano Atlântico e aporta sedimentos terrígenos à área. Na borda norte existe há um aumento considerável devido à existência da uma falésia viva (Falésia do Cabo Branco), que contribui para o carreamento desse sedimento.

A Figura 15 apresenta a representação tridimensional da zona de influência do ambiente recifal do Seixas. Nessa figura é possível observar que na plataforma interna, a presença de um canal que possui um declive relativamente acentuado a partir de sua porção mais profunda em direção à margem adjacente, reforçando a possível existência de forte hidrodinâmica neste local que resultou em uma morfologia assimétrica. Analisando a Figura 15, é possível perceber que os setores ao norte do recife, possuem um declínio abrupto ao chegar no ambiente possibilitando o ancoramento de embarcações maiores

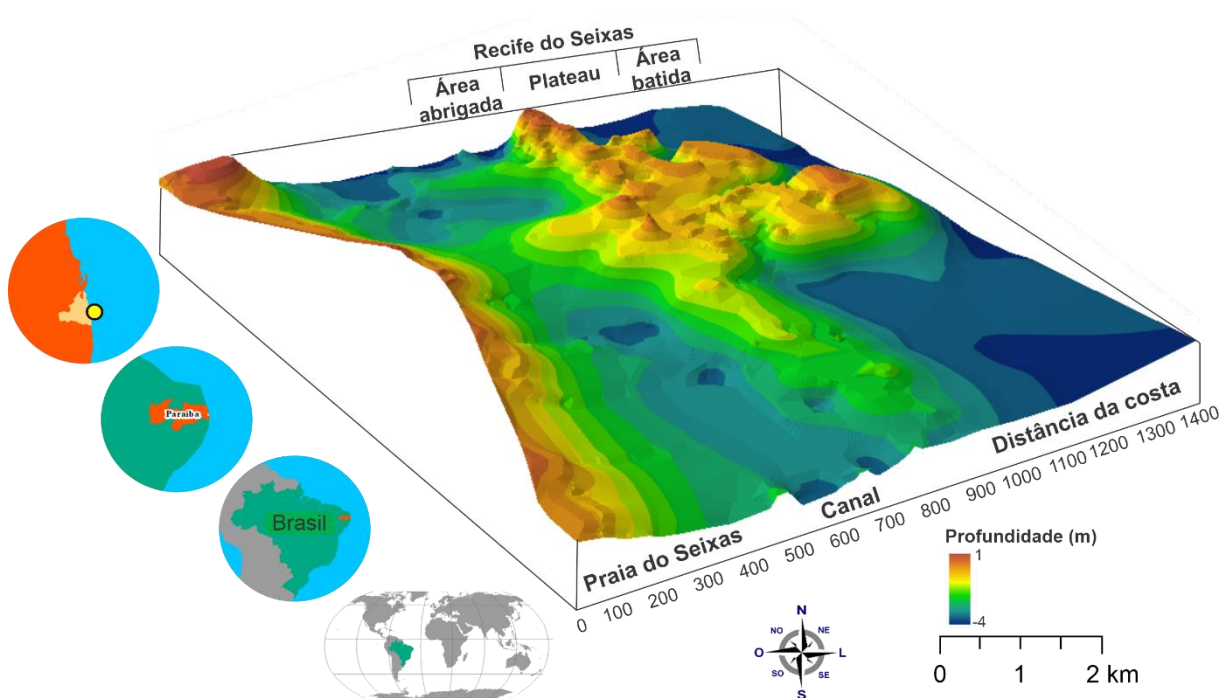


Figura 15:3D dos dados batimétricos da zona de influência do ambiente recifal do Seixas.

Considerando esse cenário do ambiente recifal com batimetria propicia a criação de piscinas naturais, é fácil entender por que o ambiente do Seixas se tornou um palco de grande interesse da indústria do turismo, uma vez que sua morfologia é propicia ao uso

de embarcações de grande e pequeno porte, como é o caso de catamarãs que carregam em média 150 a 200 visitantes. Deve-se destacar que na área batida, a parede do recife sofre maior impacto das ondas, inviabilizando o uso pelos grandes barcos. Esta zona é importante do ponto de vista geomorfológico e funcional, pois dissipa a energia das ondas do Oceano Atlântico.

Apesar de não ter um formato linear, a área batida apresenta uma complexidade e convexidade significativas que servem de abrigo e refúgio a vários grupos de animais (BRUGGER et al, 2010). É importante destacar que a formação de piscinas ao longo do corpo recifal é o principal foco do turismo na área.

E de que forma o excesso dessas atividades podem estar alterando a dinâmica batimétrica ao longo dos anos. Analisando a batimetria podemos ver que para a colocação de poitas para suportar um aumento do número de barcos vai demandar cada vez mais um aumento do uso do espaço do ambiente recifal, uma vez que o turismo vai encontrar maneiras de se adaptar as limitações naturais e propiciar uma cobertura integral de atividades sobre o ambiente. Podendo acarretar danos irreparáveis, na estrutura, uma vez que dependendo da formação de um ambiente recifal, este pode precisar de anos para se recompor, a indústria do turismo só precisa de liberdade de tráfego para destruir sem limites esses ambientes.

5.3 Análise da linha de costa

Conforme a metodologia, foi possível detectar os possíveis níveis de erosão da linha de costa nos respectivos anos de 2010 a 2015 com as imagens do Landsat, e dos anos de 2016 a 2020 com as imagens do Sentinel-2, respectivamente as análises senguem essa ordem. Para entender a variação da linha de costa partimos das classes aplicadas por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acreação, estável, erodida e criticamente erodida) que foram calculados, na tabela 10 é possível ver os dados para a análise com uso do Landsat, e para as análises com sentinel-2 a tabela 4.

Tabela 4 :Resultado do status de alteração da linha costeira e do parâmetro de Esteves e Finkl (1998).

Transectos	LRR	Status de alteração da linha costeira	Parâmetro de Esteves e Finkl (1998)
0	0,00	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano

1	-11,23	Criticamente erodida	< -1 m/ano
2	-15,02	Criticamente erodida	< -1 m/ano
3	-7,31	Criticamente erodida	< -1 m/ano
4	-8,61	Criticamente erodida	< -1 m/ano
5	-9,59	Criticamente erodida	< -1 m/ano
6	-9,61	Criticamente erodida	< -1 m/ano
7	-15,60	Criticamente erodida	< -1 m/ano
8	-13,46	Criticamente erodida	< -1 m/ano
9	-10,59	Criticamente erodida	< -1 m/ano
10	0,00	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
11	0,00	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
12	-8,42	Criticamente erodida	< -1 m/ano
13	-15,13	Criticamente erodida	< -1 m/ano
14	-16,73	Criticamente erodida	< -1 m/ano
15	-4,99	Criticamente erodida	< -1 m/ano
16	-3,98	Criticamente erodida	< -1 m/ano
17	-13,61	Criticamente erodida	< -1 m/ano
18	0,00	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
19	0,57	Acrescido	>0,5 m/ano
20	-0,51	Erodido	< -1 m/ano
21	-6,10	Criticamente erodida	< -1 m/ano
22	-14,25	Criticamente erodida	< -1 m/ano
23	-14,25	Criticamente erodida	< -1 m/ano
24	-5,41	Criticamente erodida	< -1 m/ano
25	-6,14	Criticamente erodida	< -1 m/ano

Os dados referentes à linha de costa, obtidos a partir das imagens do Landsat, revelaram um intenso processo de erosão ao longo dos transectos próximos ao ambiente do Seixas, com variação de até 1 m/ano de recuo em alguns trechos. Durante o período de 2010 a 2015, foram identificadas duas linhas de costa ao longo de 25 transectos para os anos de 2013 e 2014. Apesar das limitações da escala de análise, o uso da plataforma CASSIE possibilitou a observação de que os transectos 18 e 19, situados em frente ao ambiente recifal do Seixas (Figura 16), refletindo a influência significativa exercida por esse ambiente na linha de costa. “Meta-análises revelam que os recifes de coral fornecem proteção substancial contra riscos naturais, reduzindo a energia das ondas em uma média de 97%.

As cristas dos recifes sozinhas dissipam a maior parte dessa energia (86%) (FERRARIO et al, 2014). Os resultados obtidos confirmam essa afirmativa, uma vez que mesmo dentro do intervalo dos transectos analisados, que aponta um padrão de erosão crítica, esses transectos evidenciaram a relevância do ambiente recifal para a dinâmica costeira. Várias outras análises no mundo revelam essa relevância como: Costa et al,

(2016) em recifes do Pernambuco, Jeanson et al. (2016), em Martinica no Caribe, e Faivre et al. (2020), na ilha de Efat, em Vanuatu.

É importante destacar que, para a utilização as imagens Landsat, na identificação de linhas de costa em pequenas áreas enfrentamos desafios significativos. As imagens Landsat possuem uma resolução espacial relativamente baixa, na faixa de 30 metros, o que pode resultar em uma representação imprecisa das características costeiras em escalas menores. Além disso, a presença de nuvens, cobertura vegetal densa e sombras podem obscurecer os detalhes costeiros nas imagens, dificultando ainda mais a identificação precisa das linhas de costa.

A dinâmica costeira, com a ação das marés, correntes e erosão, também pode causar alterações frequentes nas linhas de costa, tornando difícil capturar uma imagem precisa em um determinado momento. Portanto, embora as imagens Landsat sejam valiosas para análises de larga escala, a sua utilidade na identificação precisa de linhas de costa em áreas menores é limitada.

Outro fator importante é a localização da linha base, esta deve ficar a uma margem de distância que não seja confundida com a linha de costa e nem tão dentro do continente para não produzir dados irreais. Logo foi possível incessantemente realizar vários testes até chegar a um tamanho que de fato revela-se a realidade do ambiente, uma vez que na metodologia da plataforma Cassie não há uma indicação precisa sobre essa distância. Com os testes foi possível perceber que a distância de no máximo 500 m da praia, é uma distância ideal para a extração dos resultados.

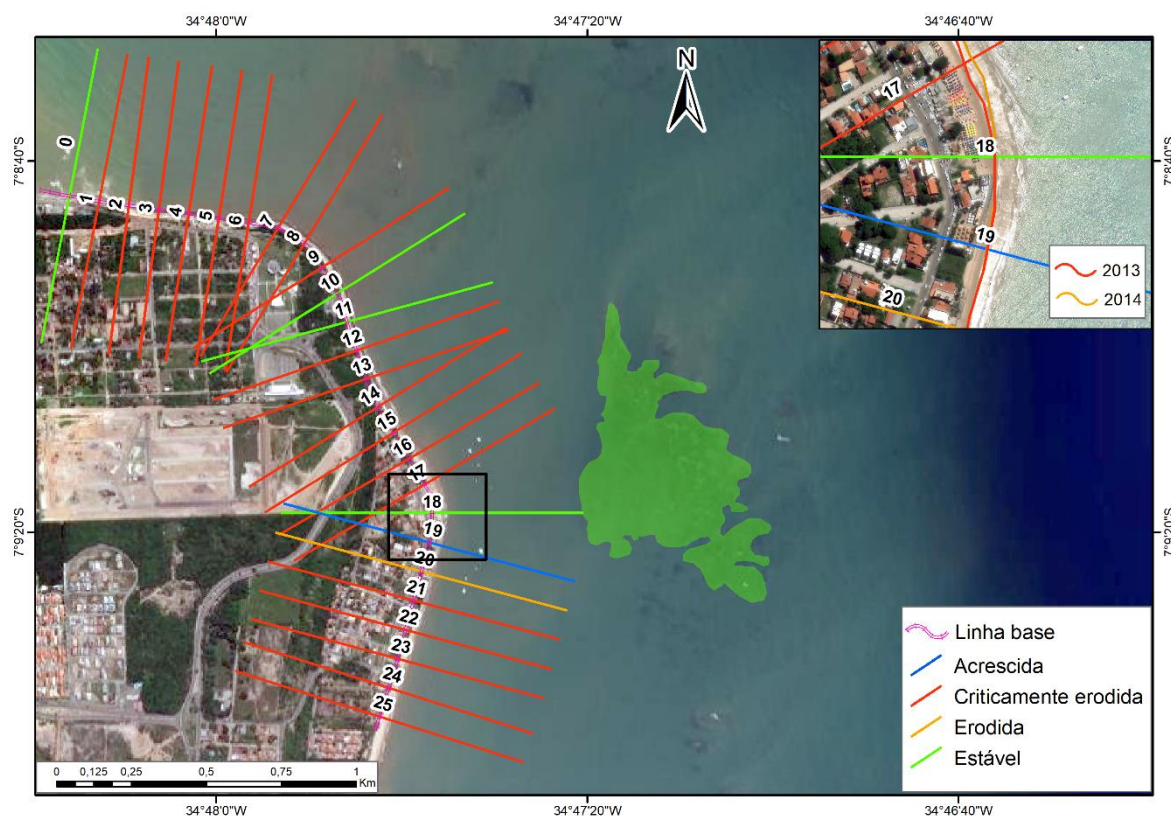


Figura 16: Linhas de costas Landsat 2013, 2014.

Os dados de linha de costa gerados pelas imagens Sentinel-2 entre o intervalo 2016 a 2020, obtiveram um processamento mais rápido, com a linha base de ao longo de 6 metros da praia partindo das imediações do rio cabelo mais ao sul, até o seguindo ao norte da costa pós falésia do Cabo Branco em meio a enseada. Foram gerados ao longo desses 6 km o total de 57 transectos. Estes mostraram (Tabela 5) que o quatro de erosão continuou a medida dos anos onde do intervalo analisado na costa a maioria das áreas revelaram estar sobre forte ação erosiva. O percurso que revelou maior extensão de erosão foi do transecto 11 ao 40.

Tabela 5: Resultado das linhas de costas Santinel-2 com base nas classes aplicadas por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acresção, estável, erodida e criticamente erodida).

Transectos	LRR	Status de alteração da linha de costa	Parâmetro de Esteves e Finkl (1998)
1	0,17	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
2	-0,57	Erosão	-1 a -0,5 m/ano
3	-2,73	Críticamente erodido	< -1 m/ano
4	-2,55	Críticamente erodido	< -1 m/ano

5	0,22	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
6	0,21	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
7	0,17	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
8	0,31	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
9	-1,54	Criticamente erodido	< -1 m/ano
10	0,31	Criticamente erodido	-0,5 a 0,5 m/ano
11	-2,79	Criticamente erodido	< -1 m/ano
12	-2,52	Criticamente erodido	< -1 m/ano
13	-6,24	Criticamente erodido	< -1 m/ano
14	-1,11	Criticamente erodido	< -1 m/ano
15	-1,91	Criticamente erodido	< -1 m/ano
16	-1,43	Criticamente erodido	< -1 m/ano
17	0,37	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
18	0,89	Acrescido	>0,5 m/ano
19	-12,68	Criticamente erodido	< -1 m/ano
20	-12,43	Criticamente erodido	< -1 m/ano
21	-17,54	Criticamente erodido	< -1 m/ano
22	-18,69	Criticamente erodido	< -1 m/ano
23	-22,07	Criticamente erodido	< -1 m/ano
24	-28,38	Criticamente erodido	< -1 m/ano
25	-19,25	Criticamente erodido	< -1 m/ano
26	-11,83	Criticamente erodido	< -1 m/ano
27	-14,61	Criticamente erodido	< -1 m/ano
28	-19,14	Criticamente erodido	< -1 m/ano
29	-20,12	Criticamente erodido	< -1 m/ano
30	-14,97	Criticamente erodido	< -1 m/ano
31	-9,95	Criticamente erodido	< -1 m/ano
32	-3,33	Criticamente erodido	< -1 m/ano
33	-2,2	Criticamente erodido	< -1 m/ano
34	-3,97	Criticamente erodido	< -1 m/ano
35	-1,32	Criticamente erodido	< -1 m/ano
36	-2,11	Criticamente erodido	< -1 m/ano
37	-3,29	Criticamente erodido	< -1 m/ano
38	-4,65	Criticamente erodido	< -1 m/ano
39	-3,41	Criticamente erodido	< -1 m/ano
40	-3,04	Criticamente erodido	< -1 m/ano
41	-0,59	Erosão	-1 a -0,5 m/ano
42	0,11	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
43	-0,9	Erosão	-1 a -0,5 m/ano
44	-0,96	Erosão	-1 a -0,5 m/ano
45	-0,3	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
46	-1,34	Criticamente erodido	< -1 m/ano
47	-2,33	Criticamente erodido	< -1 m/ano
48	-2,74	Criticamente erodido	< -1 m/ano
49	-1,06	Criticamente erodido	< -1 m/ano
50	-0,83	Erosão	-1 a -0,5 m/ano
51	-1,15	Criticamente erodido O	< -1 m/ano
52	-0,04	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
53	0,22	Estável	-0,5 a 0,5 m/ano

54	0,41	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
55	0,6	Acrescido	>0,5 m/ano
56	0,79	Acrescido	>0,5 m/ano
57	0,94	Acrescido	>0,5 m/ano

Através da análise dos transectos (Figura 17), nota-se uma intensa atividade erosiva ao longo da linha de costa. Observando a faixa que abrange os transectos de 19 a 39, é possível identificar uma sequência de atividade erosiva crítica. No entanto, essa atividade é mitigada pela presença da formação do recife do Seixas, que oferece proteção à praia. O transecto central, número 41, revela estabilidade, indicando a influência benéfica do recife, como aqui já citado.

No entanto, os dois transectos subsequentes são classificados como apresentando atividade erosiva identificada. Ao se deslocar para o norte, nota-se uma maior erosão, enquanto ao sul, no transecto 45, é observada uma condição mais estável. No entanto, logo em seguida, é possível identificar um novo trecho com atividade erosiva. Dessa forma a influência do recife estaria diretamente, na porção dos transectos 40, 41, 42, 43, 44, 45, evidenciada na diminuição da energia das ondas sobre a costa. Burke e Spalding (2022) afirmam que as áreas protegidas por ambientes recifais fornecem uma cobertura limitada a sua extensão.

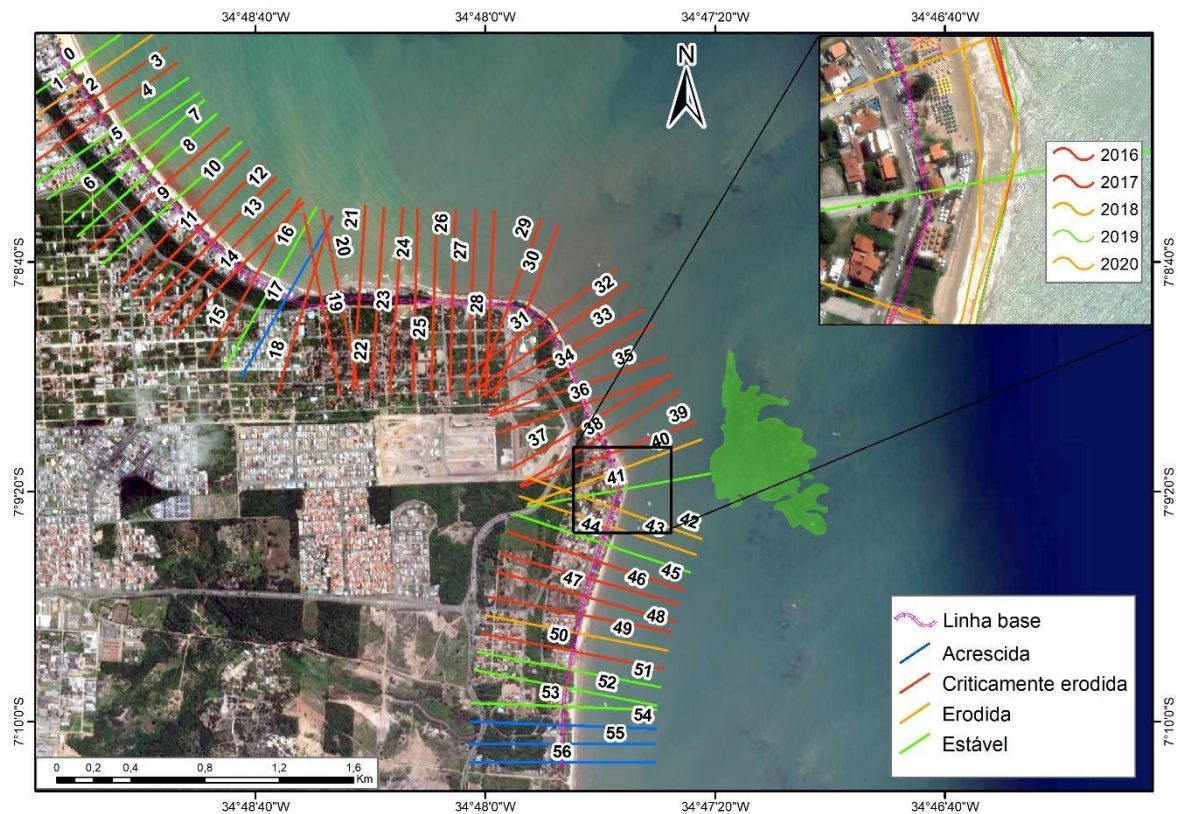


Figura 17: Linhas de costas anuais geradas com base em imagens Sentinel- 2, para o período de 2016 a 2020.

Os resultados deste estudo evidenciaram a dinâmica da linha costeira ao longo de um período de 10 anos, permitindo a identificação do comportamento predominante de erosão crítica. Quando se considera a totalidade da faixa temporal analisada, é possível observar uma intensa dinâmica na região. Ao compararmos esses resultados com os obtidos por Santos et al (2021), verificamos que, embora tenham sido empregadas diferentes técnicas de execução, as conclusões acerca da linha de costa do município de João Pessoa na zona estudada são confirmadas, validando, assim, as análises realizadas. Podemos evidenciar que fatores como a erosão costeira podem desencadear um processo de retroalimentação, onde a retirada de sedimentos expõe mais áreas à ação das ondas, intensificando a erosão e comprometendo ainda mais a estabilidade costeira. A compreensão dos processos que governam a erosão costeira e a implementação de medidas adequadas de gerenciamento e adaptação são essenciais para mitigar seus efeitos negativos e garantir a sustentabilidade das áreas costeiras.

Recentemente, a prefeitura do município de João Pessoa manifestou a intenção de desenvolver um projeto na área com base na técnica de engorda de praia, embasada na narrativa de uma intensa atividade erosiva local. Mas devemos aqui ressaltar que a

problemática da engorda de praia reside em uma série de desafios e implicações que afetam sua eficácia e sustentabilidade como medida de proteção costeira. Um dos principais desafios é o custo financeiro envolvido na aquisição e transporte de grandes volumes de sedimentos necessários para a engorda. Além disso, a disponibilidade de sedimentos adequados pode ser limitada devido à extração excessiva de areia de leitos de rios e à redução causada pelas mudanças climáticas.

Ademais, a engorda de praia pode gerar impactos ambientais significativos, como a alteração de habitats naturais, a influência na qualidade da água e os efeitos negativos sobre os recifes de coral. Além disso, a eficácia a longo prazo da engorda de praia é incerta, uma vez que a erosão costeira é um processo contínuo e a manutenção constante pode ser necessária.

Considerando esses desafios, é fundamental buscar abordagens alternativas e uma gestão integrada da zona costeira para garantir a sustentabilidade e eficácia da proteção costeira.

Devemos aqui questionar que a atividade erosiva na área não justifica uma intervenção a este nível, uma vez que em áreas de falésias essa sinergia é natural. A definição de falésia utilizada por Ab'Sáber (1975, p. 18) destaca que uma falésia é um “paredão abrupto, originado pela erosão marinha (abrasão) na frente de pontas ou promontórios costeiros”. Dessa forma, entender o processo natural da falésia como um problema a ser resolvido já inviabiliza a intervenção.

Segundo Alfredini, Arasaki (2009), o comportamento da solução de engenharia adotada deve ser avaliado considerando as condições extremas da região onde ela será inserida, pois somente assim se tem um parecer sobre as vantagens e desvantagens de determinada obra. Mas, antes de discutir a solução é importante discutir o problema, a intensa urbanização na faixa de praia historicamente vem trazendo danos ao meio ambiente. De acordo com Garcias e Sanches (2009), a atividade urbana constante provoca diversas alterações no ambiente, especialmente nos processos naturais, resultando em um aumento da exposição das cidades a riscos e vulnerabilidades, tanto no aspecto social quanto ambiental. Dessa forma, para a cidade de João Pessoa a ocupação mal planejada da orla da capital, com o aditivo de construções feitas ao longo das décadas na área costeira estaria impulsionando o processo de erosão natural da área.

5.4 Uso do solo na faixa dos bairros costeiros do município de João Pessoa

Ao analisar as tabelas de variação do uso do solo, é possível observar as mudanças nas proporções relativas das diferentes classes de uso do solo, como área não vegetada que teve uma variação de 39% (tabela 6), esse crescimento justifica-se em razão de áreas que antes eram consideradas como áreas agrícolas, e passaram a ser áreas urbanizadas. Uma vez que os dados revelam que a variação do uso agrícola foi de -35% 2020, em relação a um período anterior de 2000.

Tabela 6 :Uso do solo na cidade de João Pessoa.

Classes	2000		2010		2020		Variação %
	área (há)	%	área (há)	%	área (há)	%	
Floresta	4.113	19,60	4.173	19,88	4.811	22,93	17%
área não vegetada	7.254	37,50	9.138	43,54	10.118	48,21	39%
agropecuária	8.254	39,33	6.944	33,09	5.389	25,68	-35%
água	577	2,77	557	2,66	521	2,48	-10%

Fonte: Mapbiomas V7.1, disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>.

Na Figura 18 é possível ver a mudança no fator uso do solo na faixa de interesse, onde partimos do ano 2000 para o ano 2010 e finalizamos com o ano de 2020, ficando evidente a perda de vegetação sobre a falésia, gerando menor capacidade de resistir aos processos dinâmicos das ondas, é importante salientar que mesmo as áreas aqui postas como agricultura e pastagens não significam áreas verdes, estas apenas sinalizam que a presença de elementos vegetais mas com porte e densidade mínima ou padronizada.

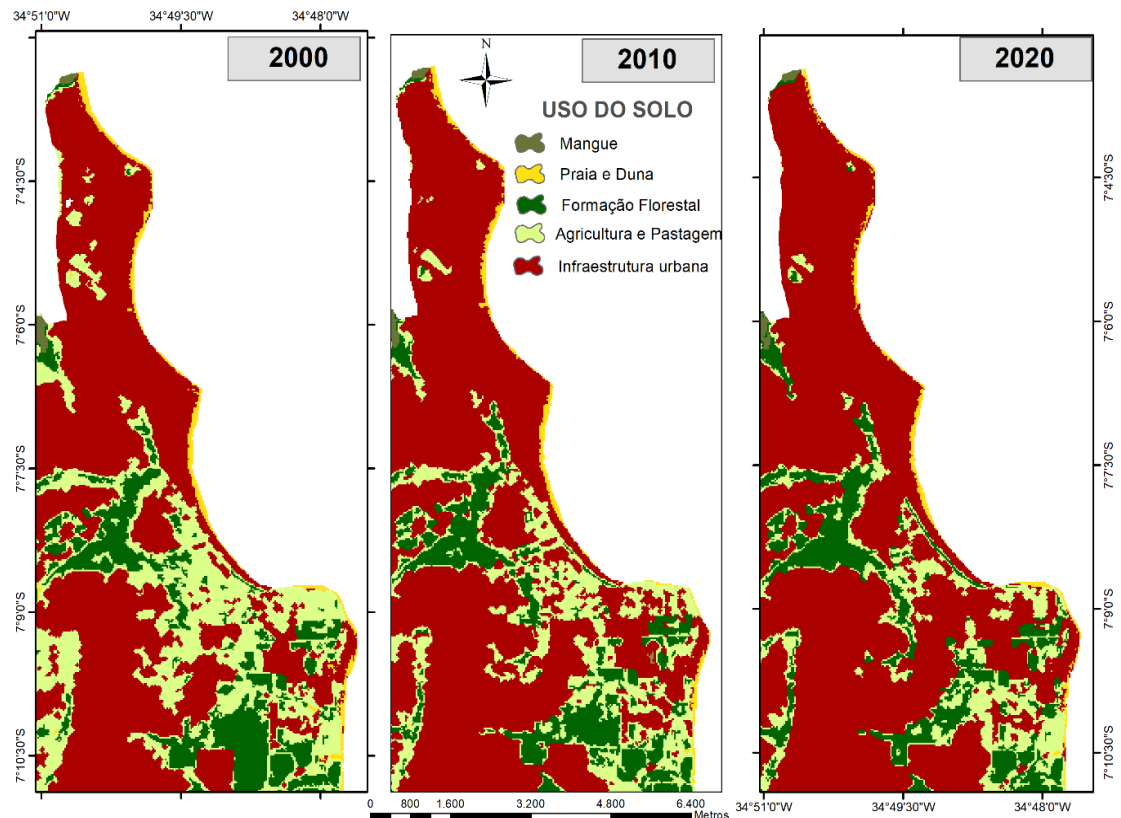


Figura 18 :Uso do solo na zona de influência continental da área de estudo para os anos de 2000, 2010, e 2010.

Sobre a falésia do cabo Branco foi construída a Estação Cabo Branco: Ciência, Cultura e Artes, popularmente conhecida como Estação Ciência, esta foi construída no ano de 2008 e representou a maior retirada de proteção para a falésia, anos depois a estação já apresentava problemas de drenagem sendo necessário a realização de várias intervenções em 2012 foi feita uma ampliação que aumentou a área de estacionamento e criou um lago artificial. Várias outras intervenções foram realizadas visando a melhoria da estabilidade da obra. E nada foi pensado sobre como estaria diretamente agindo e potencializando a dinâmica de erosão na costa.

É evidente a necessidade do poder público em demonstrar uma ação de intervenção sobre a abrasão sinérgica na falésia, mas, não seria mais eficiente pensar em uma ação de revitalização sobre a falésia, replantar, reflorestar, desocupar a área sobre a falésia, do que travar uma luta incessantemente contra o mar? Despertando uma preocupação sobre o quanto os processos de contenção no mar estão interferindo nos ambientes recifais. E se a lógica da proteção da falésia é a expansão e manutenção das atividades turísticas, porque colocar em risco os ambientes que são cartão de visita para

esta atividade. Estaríamos aqui repetindo a lógica que foi feita com a instalação da Estação Cabo Branco, “investir para ampliar, ampliar para destruir”.

5.3 Pressão antrópica no ambiente recifal

Durante o período da pesquisa, foram observados diversos impactos decorrentes do turismo náutico - com uso de catamarã - desordenado, como: âncora sobre o recife, pisoteio, local da poita inadequado e geração de resíduos, ilustrados na Figura 19.

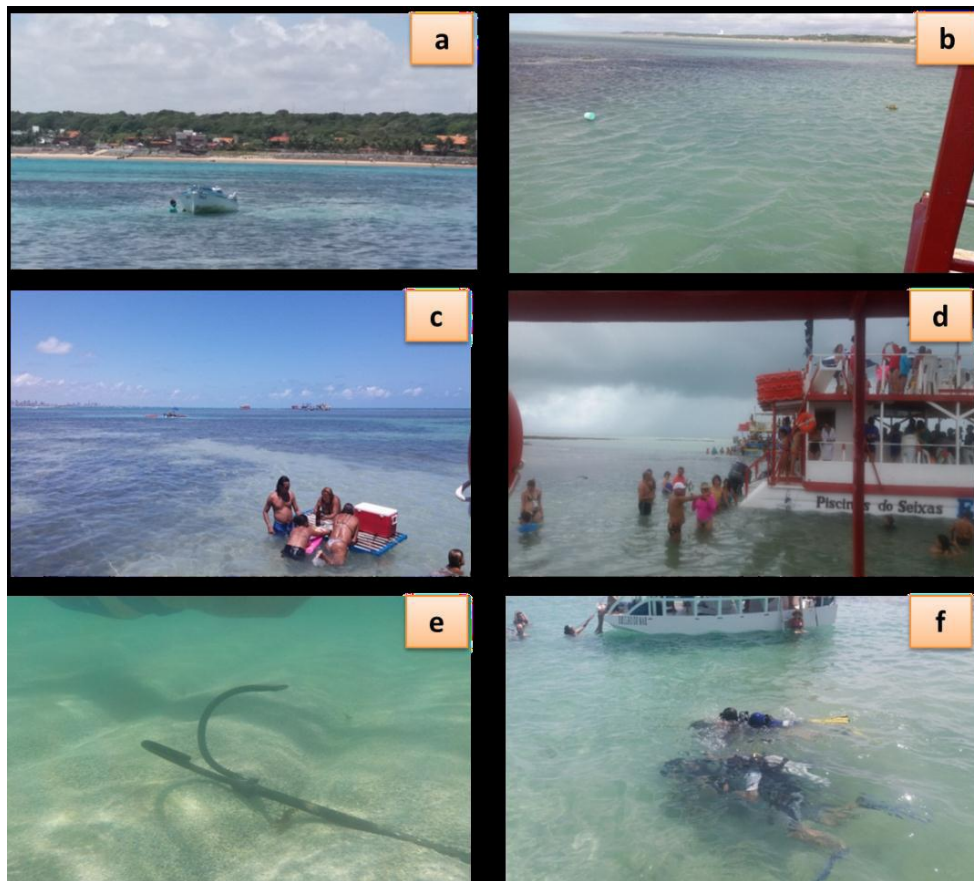


Figura 19: efeitos antrópicos no ambiente recifal do Seixas (a) limpeza da embarcação (b) bóias de marcação para poitas (c) uma das formas de uso do ambiente recifal pela comunidade local (d) uso do recife pelos turistas embarcados de Tambaú (e) ancoragem (f) Mergulho autônomo.

Fonte: Acervo da autora (2016, 2017).

Em termos gerais, a ancoragem - fundeio da embarcação - é realizada no substrato não consolidado do assoalho marinho do recife, mas já foram observadas ancoragens sendo realizadas sobre os recifes. Ressalta-se que o fundeio de embarcação sobre os recifes de corais causa destruição dos mesmos, além de ser proibido por lei, art. 33 da Lei Federal nº 9.605/98 de crimes ambientais.

Foi observado que muitos dos catamarãs tem suas próprias poitas, onde a amarração ocorre através de cordas ao chegar no recife, evitando assim o uso de âncoras.

De acordo com as condições meteorológicas e oceanográficas, os catamarãs utilizam amarrações em duas poitas, para assegurar a segurança da embarcação. Também em alguns casos, ocorre que as embarcações ficam paralelas umas às outras, sendo amarradas nas mesmas poitas, garantindo a estabilidade.

Atividades como passeios de caiaque, stand-up, vela e mergulho são cotidianamente observados no recife. Embora sejam atividades menos impactantes, também podem promover impactos.

5.3.1 Embarcações de turismo

Para uso desta tese, foram consideradas embarcações de turismo de transporte de passageiros, os catamarãs de diferentes portes e embarcações que foram observadas durante as visitas de campo, que transportam turistas.

Para a distribuição das embarcações que operam nos recifes costeiros e que possuem cadastro na (CADASTUR) entre os anos de 2010 a 2020 (tabela 8), foi elaborada a tabela abaixo. Ressalta-se que os dados da CADASTUR retratam apenas o número de embarcações, mas não é possível analisar a tipologia e a capacidade operacional individual. No entanto, podemos observar que os dados revelam uma ocupação intensa em Areia Vermelha desde o ano de 2013, mantendo sua ocupação estável até o ano de 2020, seguida por uma lógica semelhante no recife de Piçãozinho que para o ano de 2010 tem apresenta uma ocupação de 10 embarcações cadastradas e segue assim até o ano de 2016, mas depois apresenta um crescimento gradativo até o ano de 2020.

Seguindo para o ambiente do Seixas é possível observar uma tendência de avanço mais crescente do ano de 2015 a 2020, sendo possível analisar que há uma lógica espacial de uso nesses ambientes, onde já observamos uma lotação considerável no último ano. Já na Penha foram identificadas apenas 2 embarcações, com cadastro ativo do ano de 2013 a 2020.

Tabela 8: Quantidade de embarcações por ambiente recifal cadastrados entre os anos de 2010 a 2020.

Quantidade de embarcações por ambiente recifal				
ano	Areia Vermelha	Piçãozinho	Seixas	Penha
2010	10	4	5	0
2011	11	9	6	1
2012	13	10	9	1
2013	20	10	9	2

2014	20	10	9	2
2015	19	10	10	2
2016	19	10	10	2
2017	19	11	11	2
2018	19	12	13	2
2019	20	14	12	2
2020	20	15	13	2

É importante ressaltar que esses dados tratam sobre a distribuição cadastral nos ambientes recifais, logo sabemos que eles refletem uma realidade que pode ser muito maior na realidade. Essa distribuição fica mais clara na Figura 21, que mostra esse crescimento histórico e fica evidente um aumento significativo no ambiente recifal do Seixas.

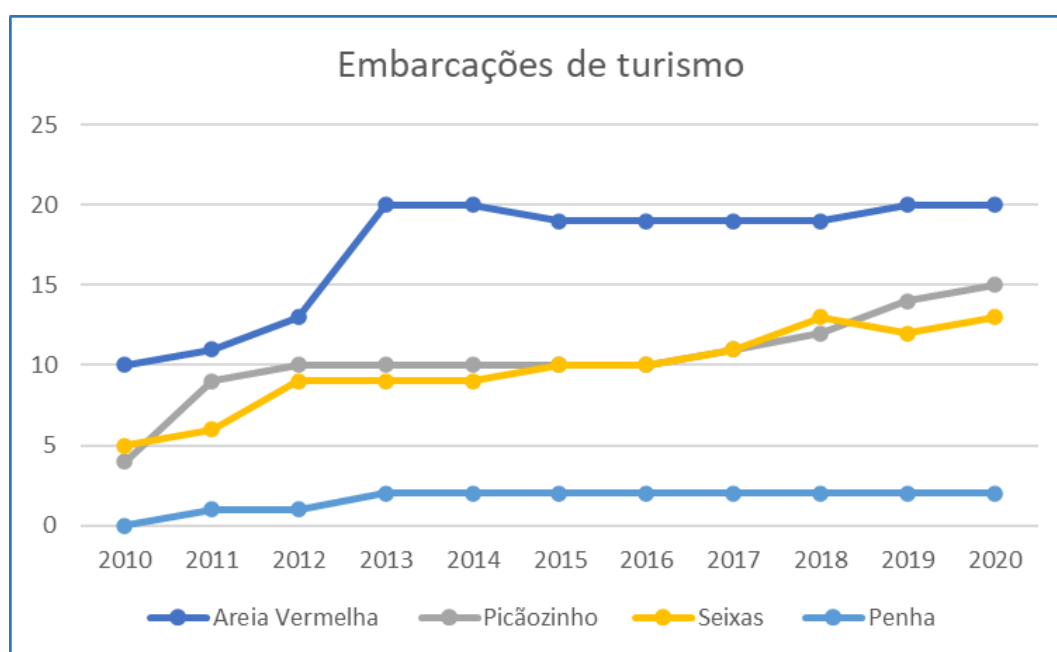


Figura 6: Embarcações com cadastro em atividade turística nos ambientes recifais do estado da Paraíba.

Na Figura 22 podemos ver a quantidade de embarcações cadastradas no ano de 2020 distribuídos nos ambientes recifais. Essa situação é influenciada por diversos fatores, que vão desde o acesso ao ambiente até questões políticas e de planejamento que não foram devidamente implementadas.

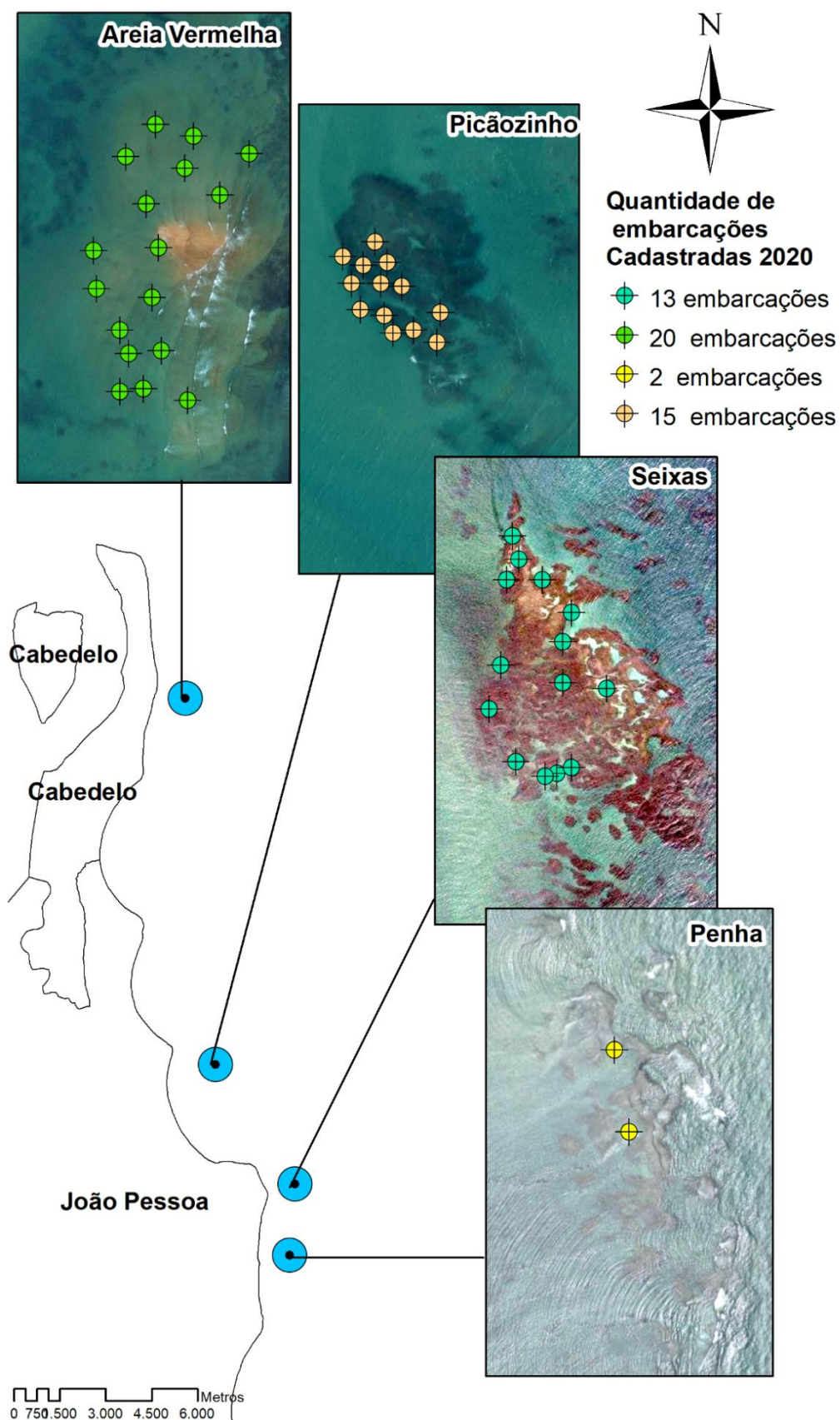


Figura 7: Distribuição das embarcações com cadastro atualizado em 2020.

Essas embarcações fazem a interligação dos ambientes recifais, em especial do Seixas e Picãozinho, que apresentam uma fusão quanto ao número de embarcações, nos pontos de embarque é possível ver que a lei da demanda é decisória para os destinos, logo muitas das embarcações que estão no Picãozinho fazem dependendo da demanda o trajeto para o Seixas, fato que não acontece ao contrário, isso se deve muito pela localização dos ambientes o Picãozinho está localizado em um dos bairros que possui maior número de meios de hospedagem o bairro de Tambaú.

5.3.2 Rotas marítimas do turismo nos ambientes recifais

Esse contexto de uso turístico na costa se reproduz por meios das rotas de acesso aos ambientes recifais (Figura 23). No caso do recife de Areia Vermelha por ser mais distante dos grandes meios de hospedagem, a visitação é oferecida por meio de ida terrestre até a praia de Camboinha, e dela é feito o transporte aquático em sua maioria por catamarãs, esses revelaram em seus registros pertencerem em sua maioria a um grupo de famílias já bastante conhecido na área. Para o ambiente de Picãozinho a sua posição possibilita um uso rotineiro mais expressivo, tanto em fase do turismo como da ciência, Laborel (1970) já descrevia a posição tanto do recife de Picãozinho como o de Areia Vermelha dando destaque a sua biodiversidade.

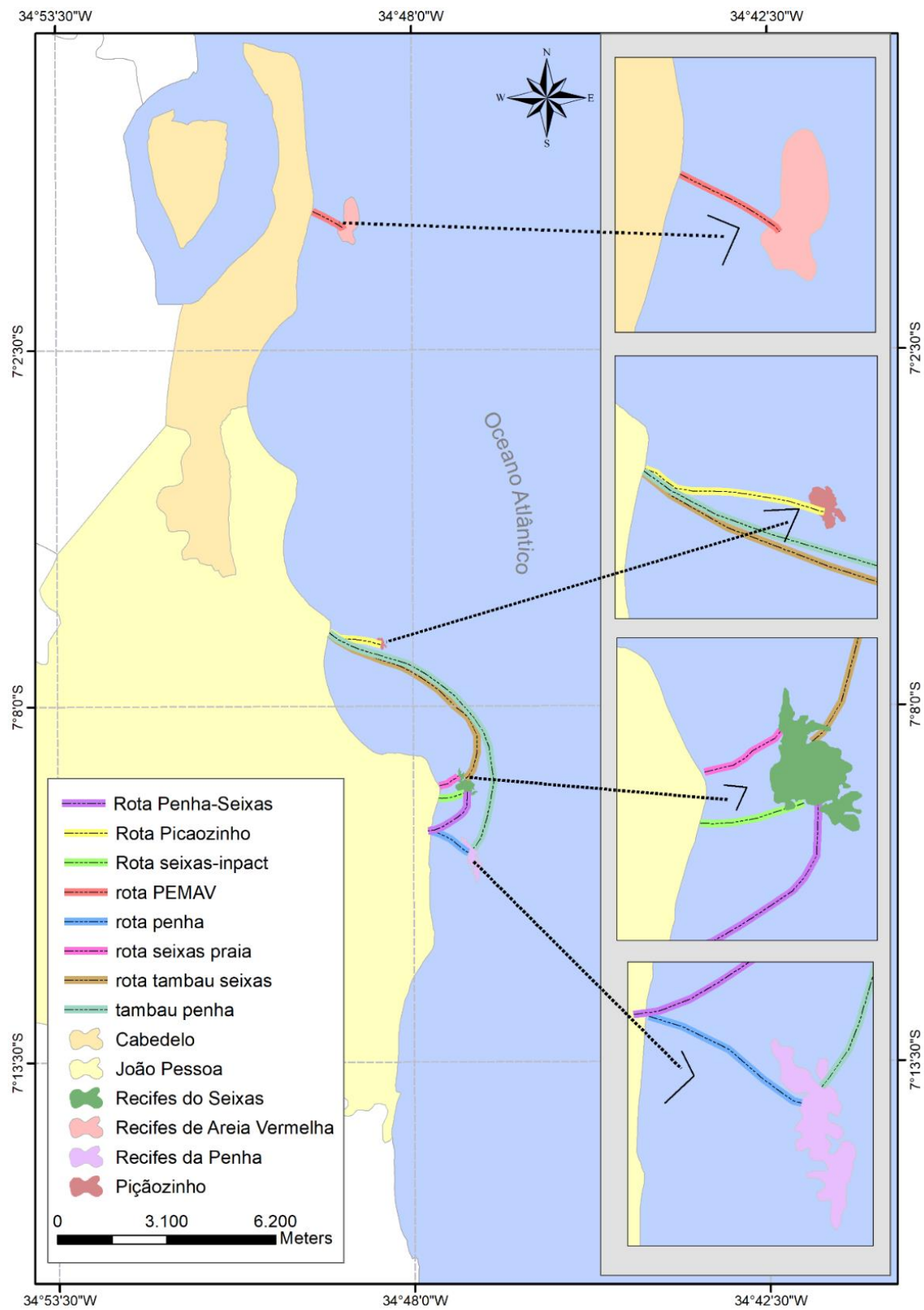


Figura 8: Rotas de acesso aos ambientes recifais do estado da Paraíba.

Através da pesquisa de observação e pelo uso do método dedutivo, foram identificados cinco fatores determinantes para as rotas relacionadas com o ambiente recifal do Seixas: tipologia de embarcação; acessibilidade (para o embarque e desembarque na praia e no recife); reserva de mercado; localismo e mareterritório; novas opções de turismo)

1º fator: a tipologia de embarcação mais utilizada para explorar turisticamente o ambiente recifal é o catamarã, pois representa maior conforto para trechos mais longos;

2º fator: as embarcações que partem da rota Tambaú-Seixas foram as mais representativas em número de embarcações e de capacidade de pessoas por embarcação. Ressalta-se que Tambaú é o local onde encontra-se o maior número de hotéis e de fluxo de pessoas, sendo a venda presencial um ponto forte a ser considerado;

3º fator: existe uma dominância pela comunidade local sobre o espaço territorial em frente ao ambiente recifal do Seixas, onde apenas embarcações que já negociaram o uso do trecho de mar “foram aceitas” podendo ficar atracadas e realizar o embarque de passageiros para a rota Seixas–Praia, representando cerca de 20% das embarcações. Neste espaço territorial, existem embarcações tipo lanchas que operam como “táxi-náutico” e que levam e trazem passageiros para os catamarãs e praia respectivamente;

4º fator: ainda considerando a comunidade local, a rota Penha-Seixas é realizada por embarcação de pescadores, trazendo turistas para não só contemplar o recife do Seixas, mas com possibilidade de comer pescado (turismo de base comunitária, mas sem pescar no local);

5º fator: considerando as novas oportunidades de turismo e a acessibilidade, este ponto foi criado para a realização de turismo ecológico, científico e recentemente, o turismo regenerativo, onde foi traçada uma rota com ponto de ancoramento mais afastado do turismo em massa, onde encontra-se o projeto de restauração ecológica de corais, ofertada pelo INPACT (Instituto de Pesquisa e Ação), com saída do Espaço Oceano (praia do Seixas).

Na Figura 24 foi isolado o recife do Seixas para entender melhor essa relação, onde mostra a quantidade de embarcações que diariamente transportam turistas nos últimos 10 anos. Os resultados mostram uma variação de 160% no período analisado, o que indica um aumento de frequentadores no recife.

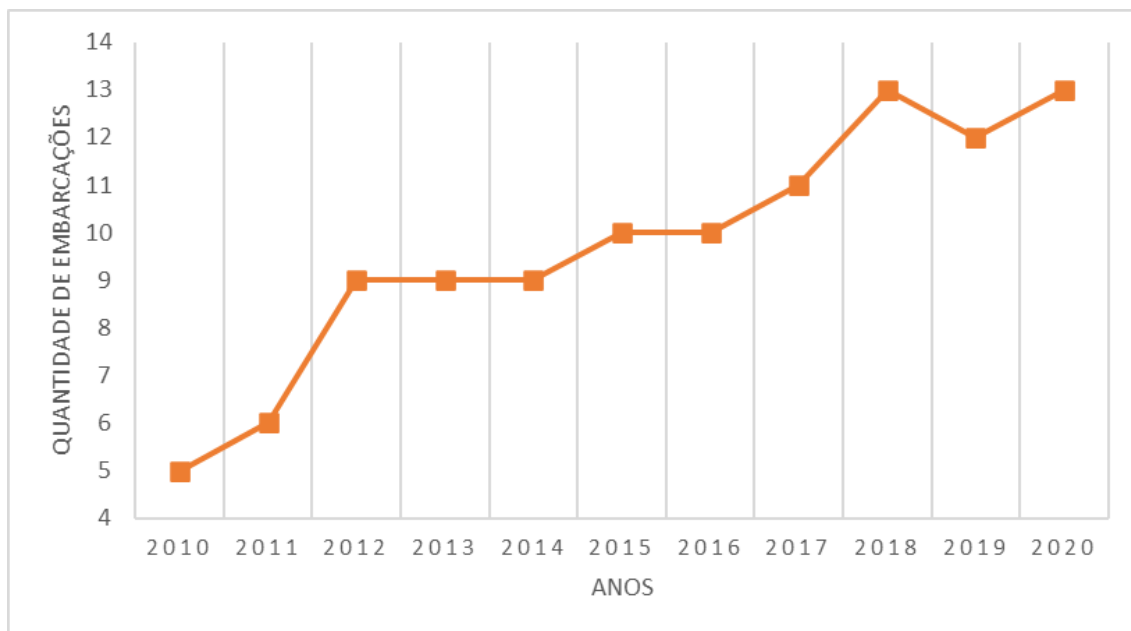


Figura 9: Quantidade de embarcações de passeios turísticos no Recife do Seixas de 2010 a 2020.

Os passeios para o Recife do Seixas através de embarcação de turismo tipo catamarã são feitos geralmente na baixa-maré de sizígia, entre 0,0 m até o máximo de 0,8 m de altura de maré, tendo duração aproximada de 2 horas e 30 minutos.

Na Figura 25 é possível observar as áreas setorizadas do Recife do Seixas com a concentração de embarcação no ano de 2020. É possível observar que o Platô Recifal concentra o maior número de embarcações de turismo. Podendo associar este fato aos dados batimétricos do Recife do Seixas pois nesta área formam piscinas naturais em baixa-maré de sizígia. Em termos de logística operacional, a concentração se dá no SP1, uma vez que estas embarcações - em sua maioria - são provenientes de Tambaú.

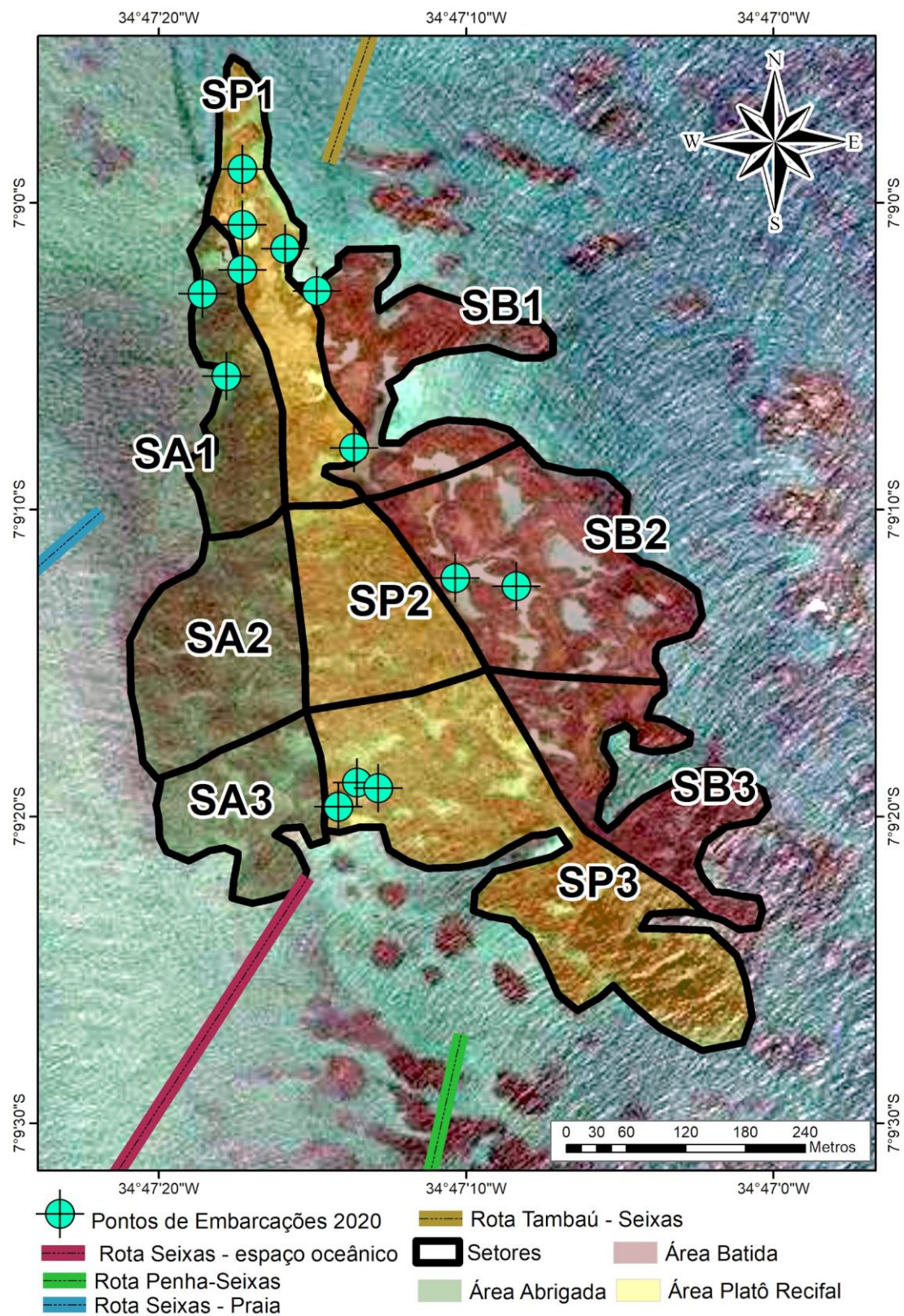


Figura 10: Áreas do recife do Seixas com a concentração de embarcação no ano de 2020.

Assim, essa área SP1 pode ser considerada uma zona de sacrifício, pois estão acarretando mudanças ambientais significativas, amplificando potencialmente o declínio da biodiversidade, causando efeitos em cascata nos organismos que habitam os recifes,

bem como nas pessoas que dependem dos recifes para uma série de serviços ecossistêmicos.

O turismo acomoda em maior parte a zona Norte do ambiente recifal, em face dos setores SA1, SP1 e parte do SB1, mas já demonstra um aumento em direção à porção Sul da costa abrigada do recife apresentando concentração na interface entre SA3 e o SP3. Ainda é possível destacar que os setores SA3 e SB2 são utilizados por embarcações de menor porte (catamarãs com capacidade de até 20 pessoas e embarcações de pesca), sendo oriundos da comunidade local.

Devemos considerar que apesar dos dados revelarem que apenas 13 embarcações fazem esse traslado no seixas, a observação no local revela que esse número é bem maior, Massei (2019) já apontava que no ambiente recifal do Seixas, era possível identificar a presença de :12 jangada, 4 jangadões, 9 botes, 23 lanchas, 120 caiaques, 24 catamarãs, 55 motonáuticas, 6 barcos à vela. Demonstrando uma realidade diferente da encontrada no cadastro.

5.3.3 Análise dos prestadores de serviços do turismo náutico

Os dados sobre os prestadores de serviços do turismo náutico quando filtrados, não revelaram nenhum cadastro sobre a atividade nos registros da CADASTUR para nenhum município do Estado da Paraíba nos anos 2010, 2015 e 2020. Isso revela o quanto o mercado informal do turismo, não conhece seus deveres e direitos sobre a atividade, uma vez que não registros sobre essa categoria no Estado só pode sinalizar que esses trabalhadores estão trabalhando em suma maioria informalmente, e aqueles que possuem cadastros não o fazem diretamente para o trabalho com turismo náutico. A exemplo das agências de turismo que possuem outro tipo de cadastro. Mas principalmente pelo fator fiscalização, se não há registro de cadastro é porque não há proibição da atividade sem ele.

Em conversa com os tripulantes das embarcações de turismo, observou-se que a principal preocupação deles é quanto ao registro junto a marinha e em ter pessoas trabalhando no barco que possuam a carteira MAC (Marinheiro Auxiliar de Convés) esse registro sim é cobrando, quando há fiscalização nos serviços turísticos náuticos.

5.3.4 Análise dos meios de hospedagem

Na Figura 26 ainda é possível entender o processo de avanço da ocupação do turismo na costa, observa-se que no ano de 2010, apenas o bairro de Tambaú possuía mais de 20 meios de hospedagens, em 5 anos podemos ver que já houve um aumento expressivo, onde os bairros de Cabo Branco e Manaíra já possuem 20 ou mais meios de hospedagem, estendendo novos bairros com o serviço, já no ano de 2020 a linha do bairro do Bessa ao bairro do Cabo Branco já tem por todos os bairros presença de meios de hospedagem.

Isso revela um novo estilo de uso dos bairros antes moradia agora meios de hospedagem, tornando a rotatividade populacional maior nessas áreas. O que significa que grande parte dos usuários do ambiente recifal não são moradores da cidade e sim um público de turistas vindo em busca da tropicalidade.

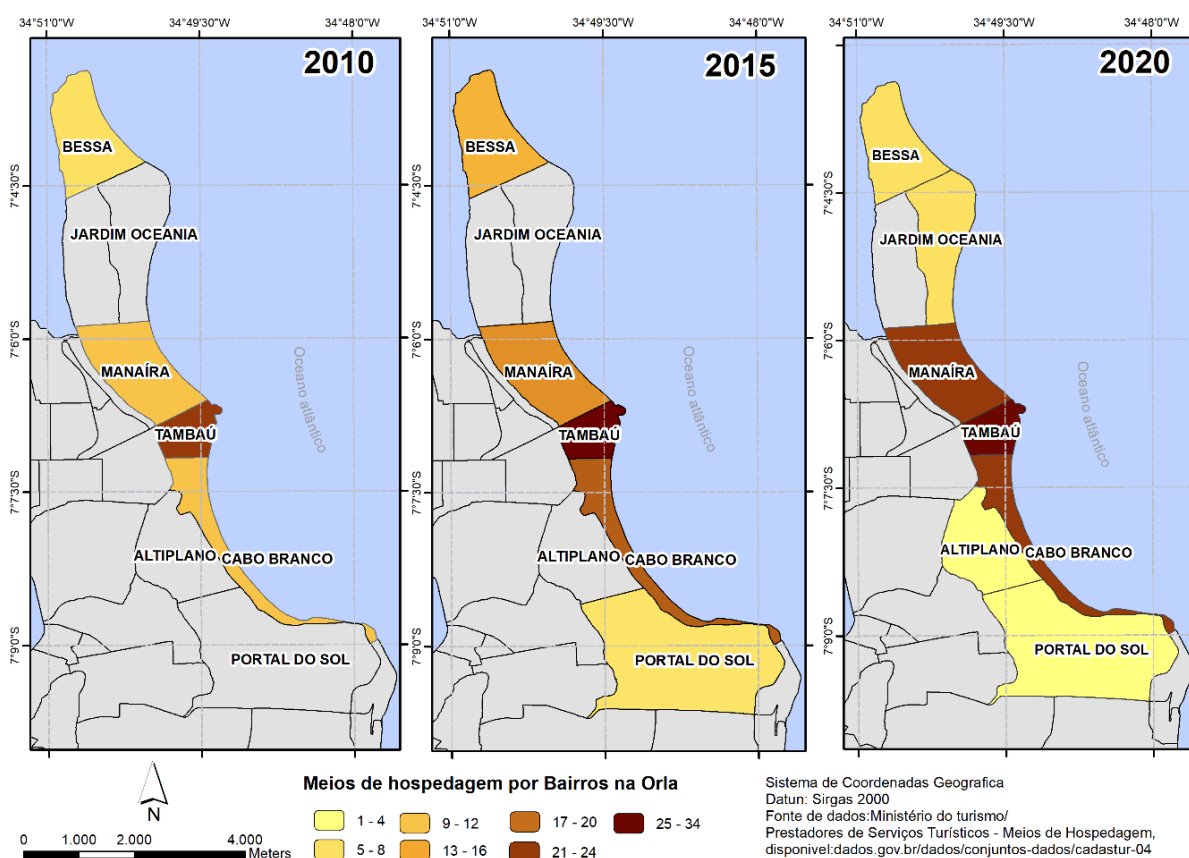


Figura 11: Concentração dos meios de hospedagens nos anos 2010, 2015 e 2020.

5.3.5 Análise da capacidade máxima dos leitos dos meios de hospedagem

Quando partimos para considerar a capacidade de leitos desses meios de hospedagem (Figura 27), é possível visualizar o quanto isso significa em aumento populacional, uma vez que ao menos em dois períodos do ano, nas férias de janeiro e julho, a maioria desses meios de hospedagem atingem suas lotações máximas, significando uma demanda de público bem maior que o habitual nas praias e nos ambientes recifais.

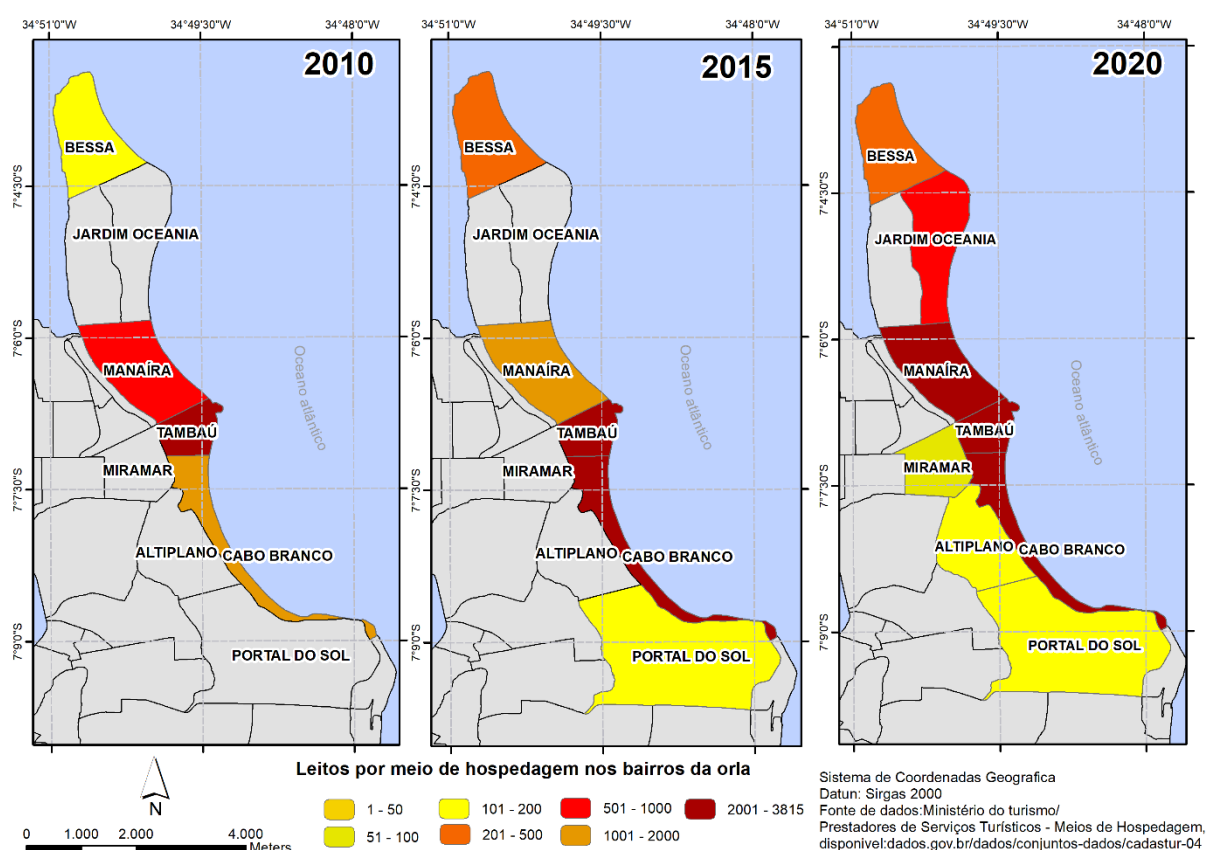


Figura 12: Concentração da capacidade máxima dos Leitos dos meios de hospedagens nos anos 2010, 2015 e 2020.

É possível observar que entre os anos de 2010 e 2020 ocorreu um aumento na capacidade de leitos, tanto em termos espaciais, abrangendo outros bairros, quanto em relação aos que já eram considerados grandes centros de hospedagem. Isso revela uma tendência de verticalização, especialmente nos bairros de Tambaú, Cabo Branco e Manaíra. Fica evidente também o aumento sazonal durante os meses de férias, tanto no uso do espaço quanto no aumento da população, com um fluxo constante de visitantes em direção aos atrativos costeiros.

É fato que há um aumento significativo do turismo no Estado, e conseqüentemente no ambiente recifal do Seixas. No entanto, a extensão desse aumento nos últimos 10 anos e o potencial de crescimento futuro, que poderia levar à destruição total dessa morfologia sem o devido controle, serão analisados em etapas posteriores dessa pesquisa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Neste estudo, foi realizada uma análise integrada para analisar a formação do ambiente recifal do Seixas e a diversidade biótica e abiótica junto aos seus fatores de uso e ocupação e proximidade da costa urbana no Nordeste brasileiro.

Partindo da avaliação da dinâmica de mudança da linha costeira da face da praia do Seixas entre os anos de 2010 e 2020, foi possível concluir que essa área possui uma intensa atividade erosiva, e que a influência do ambiente recifal sobre essa linha costeira é de extrema importância, uma vez que esses ambientes desempenham um papel crucial na dinâmica da linha de costa, contribuindo de forma significativa para sua estabilidade e proteção contra processos erosivos. Os ambientes recifais atuam como barreiras naturais, dissipando a energia das ondas e reduzindo a intensidade do impacto direto sobre a linha de costa. Essa função de proteção costeira é especialmente relevante em áreas suscetíveis à erosão costeira, caso da área analisada.

Quando ao fator diversidade biótica e abiótica e dos aspectos físicos estruturais do ambiente recifal, a irregularidade da superfície do recife fornece complexidade estrutural e permite o suporte de inúmeras espécies, incluindo espécies endêmicas de corais. A análise das amostras de sedimentos revelou que as espécies observadas são recentes em termos de escala evolutiva e características de ambientes rasos. Relativamente à diversidade de espécies, a análise revelou que no recife do Seixas, os macrobentos é predominantemente composto por algas, que representam coletivamente 68% da cobertura total da superfície do ambiente.

É possível concluir que a complexa estrutura dos recifes do Seixas, juntamente com a diversidade de organismos que os habitam, contribui para dissipar a força das ondas, diminuindo a intensidade do impacto direto sobre a costa. Além disso, os recifes atuam como fornecedores de sedimentos, contribuindo para a manutenção e construção das praias adjacentes. Os sedimentos recolhidos na amostragem do recife do Seixas contribuíram para a compreensão de algumas variações do ambiente deposicional. Foi possível perceber que o recife do Seixas tinha um relevo complexo, permitindo a estruturação heterogênea dos organismos marinhos, mas tem uma composição estrutural homogênea. Os processos de bioerosão e a produção de carbonato de cálcio pelos organismos recifais resultam na formação de sedimentos que são transportados e depositados ao longo da costa, ajudando na busca por equilíbrio no perfil costeiro.

Além disso, a biodiversidade presente nos recifes de coral desempenha um papel fundamental na saúde e resiliência do ecossistema costeiro, promovendo a busca por resiliência do sistema e proporcionando serviços ecossistêmicos adicionais, como a filtragem de água e a proteção de habitats costeiros.

Quanto a análise da evolução recente do turismo (distribuição de embarcações sobre os ambientes recifais e crescimento do setor de serviços a zona costeira) entre os anos de 2010 até 2020 para o uso dos ambientes recifais, foi constatado que há uma diferenciação de usos, sendo o mais predominante lazer e turismo, a distribuição das embarcações revelam uma apropriação do turismo vindo de Norte para o Sul, com pontos de saída com concentração na área que possui a maior quantidade de meios de hospedagem. É possível concluir que o ambiente recifal do Seixas é o ambiente com maior procura turística, uma vez que a uma diversidade de rotas de acesso maior para uso desse ambiente.

Considerando aqui o que já foi exposto sobre a estrutura do ambiente recifal e sua sensível biodiversidade, submetida a crescente ação erosiva na costa, e ao aumento populacional temporário de uso na costa que reflete no uso dos ambientes recifais, estaríamos comprovando a hipótese que a prática desregulada do tráfego de embarcações de turismo em áreas de recifes pode causar danos físicos diretos aos ambientes recifais, que são importantes para a proteção da costa contra a erosão. Isso está contribuindo para uma perda de biodiversidade e uma provável redução na capacidade dos recifes de proteger a costa contra a ação das ondas, fica evidente que com a intensa atividade sobre o ambiente a dinâmica de construção do recife que ocorre por fatores de agregamento de algas e corais é alterada.

Assim, submeter esses ambientes ao máximo de sua exploração turística, significa condená-los a deixar de ser um ambiente rico em biodiversidade, e passar a ser um cemitério de mergulho turístico. Uma vez que não há ações reais sobre o controle de uso e conscientização.

6.2 Recomendações

Sugere-se que novas investigações sejam realizadas com mais detalhamento sobre o uso turístico no ambiente recifal, investigações sobre os impactos do turismo nos ambientes recifais, diretos e indiretos, como pisoteio, poluição, âncoras de embarcações, mergulho inadequado e atividades recreativas.

Mais estudos são necessários sobre a percepção e satisfação dos turistas, avaliando a qualidade dos serviços turísticos, a percepção dos riscos associados aos recifes e identificar oportunidades para melhorar a experiência turística.

Mais estudos são necessários para investigar processos de biomineralização em organismos marinhos. Neste contexto, a estabilidade estrutural dos ambientes recifais depende da preservação dos esqueletos e estruturas de organismos falecidos, que cimentam junto com a superfície dos recifes. Assim, estudos futuros devem considerar a relação entre as mudanças no relevo e seu impacto na estabilidade desses ambientes.

Recomenda-se a necessidade de um monitoramento das praias e da linha de costa, que investigue melhor a relação erosão e acreção, além de um projeto de revitalização da falésia que abarque meios eficientes de controle pensando a longo prazo. Neta pesquisa considera-se restabelecer a vegetação sobre a falésia ao máximo possível.

. Recomenda-se realizar estudos para determinar a capacidade de carga turística dos ambientes recifais, considerando os impactos ambientais e a capacidade de suporte dos recifes. Essas informações podem subsidiar o planejamento e a gestão sustentável do turismo em áreas recifais.

Quando a relação cobertura e uso recifal é importante que medidas sejam tomadas em virtude da garantia da conservação mínima da biodiversidade existente no recife, recomenda-se uma gestão eficiente dos órgãos públicos responsáveis pelas unidades de conservação a qual o ambiente recifal está inserido.

7. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Formas de relevo: Texto básico**. São Paulo, FUNBEC/Edart, 80p., 1975.
- ABE, H., KITANO, Y.F., FUJITA, T., YAMANO, H. (2022a). Distribution, use, management, regulation, and future concerns of reef-building corals based on administrative documents in Japan. **Marine Policy**, 141, 105090. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105090>.
- ABE, H., SANBU, M., KANAI, M., YAMANO, H. (2022b). Gaps in knowledge about distribution, utilization, and management of Sargassaceae (Fucales, Phaeophyta) in Okinawa Island, southern Japan. **Regional Studies in Marine Science**, 53, 102431. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102431>.
- AESA. **Caracterização do clima, da pluviometria e da fluviometria**. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/PE_10.pdf. Acesso em: 17 mai. 2017.
- AGARDY, M. T. (1994) Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. **Trends in Ecology and Evolution** v.9, n.7.p 267-270.
- AGRRA – **Atlantic And Gulf Rapid Reef Assesment. Learn about how we study coral reefs**. Available at: <<https://www.agrra.org/coral-reef-monitoring>>. Accessed in: 25 november 2022.
- AJALA-BATISTA, L., DE MIRANDA LINS, D., HADDAD, M.A. (2020). Diversity of estuarine and marine hydroids (*Cnidaria*, *Hydrozoa*) from subtropical ecosystems of Brazil. **Marine Biodiversity**, 50, 97. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01133-0>
- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. Obras e Gestão de Portos e Costas. 2. ed. [s.l.] **Edgard Blucher**, 2009.
- ALVES, F. C.; ROSSETTI, D. DE F. Late Holocene coastal dynamics and relative sea-level changes in the littoral of Paraíba, northeastern Brazil. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 41, n. 4, p. 375–392, 1 ago. 2017.
- ARANTES, Renata Carolina Mikosz; SEOANE, José Carlos Sícoli. BASE DE DADOS EM SIG APLICADA À MODELAGEM AMBIENTAL EM RECIFES DE CORAL: RECIFE DE FORA, PORTO SEGURO, BAHIA, BRASIL. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 69, p.1831-1856, dez. 2017.
- ARAÚJO, J.C.; PINHEIRO, E.A.R.; MEDEIROS, P.H.A.; FIGUEIREDO, J.V.; BRONSTERT, A. Sediment yieldin different scales in a semiarid basin: the cas eof the Jaguaribe River, Brazil. In: Radecki-Pawlik, Pagliara, Hradecký, Hendrickson (Eds.), **River Hydraulic Structures and Fluvial Geomorphology**. CRC Press, London, 2017, p. 375-387.

ARIAS-GONZÁLEZ, J. E. et al. Predicted impact of the invasive lionfish *Pterois volitans* on the food web of a Caribbean coral reef. **Environmental Research**, v. 111, n. 7, p. 917–925, 2012.

BALETA, Francis & NALLEB, Jayson. (2016). Species composition, abundance and diversity of seaweeds along the intertidal zone of Nangaramoan, **San Vicente, Sta. Ana, Cagayan, Philippines**. *AACL Bioflux*. 9. 9.

BARBOSA, D.H.S.G., DUARTE, H., SOUZA, R., VIANA, A.P., SILVA, C.P. (2004). Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, 28, 49–54.

BARBOSA, José; NEUMANN, Virginio; LIMA FILHO, Mario; SOUZA, E.M; MORAES, M.A. (2008). **Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal)**, NE Brasil. 17. 3-30.

BARBOSA, L.M., BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L. 1999. The quaternary coastal deposits of the state of Alagoas: influence of the relative sea-level changes. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. In Rabassa, J. (Ed.) **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 4, 269-290. Balkema Pub.

BARBOSA, L.M., BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L. 1999. The quaternary coastal deposits of the state of Alagoas: influence of the relative sea-level changes. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. In Rabassa, J. (Ed.) **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 4, 269-290. Balkema Pub.

BARRETTO, Margarita. **O imprescindível aporte das ciências sociais para o planejamento e a compreensão do turismo**. In: Horizontes Antropológicos, out. 2003, vol. 9, nº. 20, p. 15-29.

BASTOS, A. C.; MOURA, R. L.; MORAES, F. C.; VIEIRA, L. S.; BRAGA, J. C.; RAMALHO, L. V.; AMADO-FILHO, G. M.; MAGDALENA, U. R.; WEBSTER, J. M. Bryozoans are Major Modern Builders of South Atlantic Oddly Shaped Reefs. **Scientific Reports** (2018) 8:9638.

BECK, MW, LANGE, GM e CONTABILIDADE, W. (2016). Gerenciando costas com soluções naturais: **Diretrizes para medir e valorizar os serviços de proteção costeira de manguezais e recifes de coral** (No. 103340, pp. 1-167). O Banco Mundial.

BELLWOOD, D. Transporte de carbonato e padrões dentro do recife de bioerosão e liberação de sedimentos por peixes-papagaio (família Scaridae) na Grande Barreira de Corais. **MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES**, v. 117, p. 127–136, 1995.

BENJAMIN, EJ, et al. (2019). **Estatísticas de doenças cardíacas e derrames - atualização de 2019: um relatório da American Heart Association**. Circulação, 139 (10), e56-e528. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659> Este link é externo ao health.gov.

BERLINCK, R.G.S., HAJDU, E., DA ROCHA, R.M, DE OLIVEIRA, J.H.H.L., HERNÁNDEZ, I.L.C, SELEGHIM, M.H.R., GRANATO, A.C., DE ALMEIDA, E.V.R., NUÑEZ, C.V., MURICY, G., PEIXINHO, S., PESSOA, C., MORAES, M.O.,

CAVALCANTI, B.C., NASCIMENTO, G.G.F., THIEMANN, O., SILVA, M., SOUZA, A.O., SILVA, C.L., MINARINI, P.R.R. (2004). Challenges and rewards of research in marine natural products chemistry in Brazil. **Journal of Natural Products**, 67, 510–522. <https://doi.org/10.1021/np0304316>.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física global**. 13. ed. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1972. p. 141-152.

BEZERRA, A.F., MARINHO-SORIANO, E. (2010). Cultivation of the red seaweed *Gracilaria birdiae* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) in tropical waters of northeast Brazil. **Biomass and Bioenergy**, 34(12), 1813–1817. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.07.016>.

BEZERRA, F., FONSECA, V., & LIMA FILHO, FP (2001). Sismitos: Origem, critérios de reconhecimento e exemplos no Quaternário do Nordeste Brasileiro. **In Congresso da ABEQUA** (Vol. 8, pp. 311-312).

BIRD, E.C.F. 2008. Coastal Geomorphology: An introduction. 2nd edition. **Chinchester. Wiley and Sons**. 436 pp.

BRAGA, C. Z. F.; GHERARDI, D. F. M. **Mapeamento de recifes costeiros utilizando imagens orbitais**. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 10. Foz do Iguaçu. São Paulo: Fábrica da Imagem. Seções Orais - Oceanografia, 2001.

BRANNER, J.C. 1904. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral reefs. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**. pp. 54: 1-285.

BRASIL, Atlas Dos Recifes de Coral Nas Unidades de Conservação (Ed.). **Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação brasileiras**. 2. ed. Brasília: Mma, 2006. 232 p.

BRASIL. Decreto nº 95.787. Publicado em 07 de março de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de setembro de 1989.

BRASIL. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (Comp.). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.

BRASIL. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (Comp.). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.

BRASIL. IBGE, **Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) 2020** (data de referência: 31/12/2020), IBGE, Estimativa da população 2020 (data de referência: 1/7/2023)

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em outubro de 2022.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, **institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: Janeiro 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de monitoramento Reef Check Brasil 2018** [recurso eletrônico] /Autoras: Beatrice Padovani Ferreira, Ana Lídia Bertoldi Gaspar, Mariana Sofia Coxey, Ana Carolina Grillo Monteiro – Brasília, DF: MMA, 2018.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Manual de monitoramento Reef Check Brasil 2010** [recurso eletrônico] /Autoras: Beatrice Padovani Ferreira, Ana Lídia Bertoldi Gaspar, Mariana Sofia Coxey, Ana Carolina Grillo Monteiro – Brasília, DF: MMA, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento (org.). **Projeto orla: fundamentos para gestão integrada**. 2. ed. Brasília: Brasil, 2006. 73 p. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br>. Acesso em: 26 jan. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.com>>, acesso em 22. Abr. 2020.

BRASIL. **Zona Costeira e Marinha**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/ecossistemas-costeiros-e-marinhas/zona-costeira-e-marinha>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

BRASILEIRO, P.S., PEREIRA-FILHO, G.H., BAHIA, R.G., ABRANTES, D.P., GUIMARÃES, S.M.P.B., MOURA, R.L., FRANCINI-FILHO, R.B., BASTOS A.C., AMADO-FILHO G.M. (2016). Macroalgal composition and community structure of the largest rhodolith beds in the world. **Marine Biodiversity**, 46, 407–420. <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0378-9>

BROWN, Lester. **Plano B 4.0: Mobilização para salvar a civilização**. The Earth Policy Institute. São Paulo: Editora Brasil, New Contente Editora e Produtora, 2009. 425 p.

BRUGGER, S.D., FREY, P., AEBI, S., HINDS, J. & MÜHLEMANN, K. (2010). Multiple colonization with *S. pneumoniae* before and after introduction of the seven-valent conjugated pneumococcal polysaccharide vaccine. **PloS one**, 5, e11638. v, viii, xix, 2, 3, 18, 25, 28, 30, 43.

BURKE, L., SPALDING, M. 2022. Shoreline protection by the world's coral reefs: Mapping the benefits to people, assets, and infrastructure. **Marine Policy**, 146, 105311. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105311>.

BURKE, L., SPALDING, M. 2022. Shoreline protection by the world's coral reefs: Mapping the benefits to people, assets, and infrastructure. **Marine Policy**, 146, 105311. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105311>.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986. 193 p. (N.12).

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, **Antônio Miguel Vieira**. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: <http://http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 10 maio 2021.

CARRIÇO, J. M.; PINHO, R. M. L. **A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais – o caso da rmbs no estado de SÃO PAULO**. LEOPOLDIANUM, v. 47, n. 131, p. 20–20, 2021.

CARVALHO, M. G. R. F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. João Pessoa: Universitária da UFPB/FUNAPE, 1982. 72 p.

CARVALHO, Marília Sá; PINA, Maria de Fátima; SANTOS, Simone. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. 20. ed. Brasília: Opas, 2000. 122 p.

CAVALCANTI, T., SANTOS, G.G., PINHEIRO, U. (2019). Four new species of Clathria (Microciona) Bowerbank, 1862 (*Microcionidae: Poecilosclerida: Porifera*) from the intertidal zone with a key to Brazilian species. **Marine Biodiversity**, 49, 1403–1416. <https://doi.org/10.1007/s12526-018-0918-1>

CESAR, Herman; BURKE, Lauretta; PET-SOEDE, Lida. The economics of worldwide coral reef degradation. S.L: **International Coral Reef Action Network**, 2003. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB2013202743>. Acesso em: 10 maio 2023.

CHOLLEY, André. Observações sobre alguns pontos de vista geográficos. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 180, p. 267-276, maio 1964. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1964_v22_n180_maio_jun.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. A aplicação da abordagem em sistema na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 52, p.21-35, jun. 1990. Trimestral.

CIMA. **O desafio do desenvolvimento sustentável: relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Secretária da Imprensa - Presidência da República, 1991. 204 p.

COELHO, M. R. **Governança colaborativa e gestão de áreas marinhas protegidas. Contributo para um modelo de governança colaborativa para o Parque Marinho Professor Luiz Saldanha**. Lisboa, 2011. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Portugal.2011. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/7523/1/Coelho_2011.pdf>. Acesso em: Jun. 2023.

CONNELL, Joseph H.. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. **Science**, Sl, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310, mar. 1978.

COPPER, P. 1994. Ancient reef ecosystem expansion and collapse. **Coral Reefs** 13(1):3-11.

CÔRTE, D.A.A. **Planejamento e gestão de APA: enfoque institucional**. Brasília. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

1997.Disponível em:
<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php?option=com_abook;view=book;catid=1:gestao;id=1660:planejamento-e-gestao-de-APA-enfoque-institucional>.
Acesso em: Jul. 2023.

COSTA, C. F. et al. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. **Gaia**, João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 37-45, jan. 2007.

COSTA, C. F. et al. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 1, n. 1: p.37-45, 2006.

COSTA, M. B. S. F. et al. Influence of reef geometry on wave attenuation on a Brazilian coral reef. **Geomorphology**, v. 253, p. 318–327, 15 jan. 2016.

COSTA, M. B. S. F. et al. Influence of reef geometry on wave attenuation on a Brazilian coral reef. **Geomorphology**, v. 253, p. 318–327, 15 jan. 2016.

COUTINHO, M. A. F. **Evolução urbana e qualidade de vida: o caso da avenida Epitácio Pessoa. 2004.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4555>>. Acesso em: 24 out. 2022.

DA MATTA, C.B.B., DE SOUZA, E.T., DE QUEIROZ, A.C., DE LIRA, D.P., DE ARAÚJO, M.V., CAVALCANTE-SILVA, L.H.A., DE MIRANDA, G.E.C., DE ARAÚJO-JÚNIOR, J.X., BARBOSA-FILHO, J.M., SANTOS, B.V.O., ALEXANDRE-MOREIRA, M.S. (2011). Antinociceptive and anti-inflammatory activity from Algae of the Genus *Caulerpa*. **Marine Drugs**, 9(3), 307–318. <https://doi.org/10.3390/md9030307>

DE CARVALHO, V.F., OLIVEIRA-CARVALHO, M.F., BANDEIRA-PEDROSA, M.E., PEREIRA, S.M.B. (2013). Benthic chlorophytes from a coastal island in the Oriental Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, 36, 203–210. <https://doi.org/10.1007/s40415-013-0028-z>

DEWREEDE, R. (2006). Biomechanical properties of *Coenocytic Algae (Chlorophyta, Caulerpales)*. **Science Asia**, 32(1) 57–62.

DHN. **Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2017.** Tábuas de Maré. Marinha do Brasil. Disponível em: <http://www.dhn.br>. Acesso em: 24 jul. 2020.

DIAS, R. **Introdução ao turismo.** São Paulo: Atlas, 2005.

DOMINGUEZ, J.M.L.; GUIMARÃES, J.K.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Alagoas, Sergipe e Bahia. In: MUEHE, D. (Coordenador), **Panorama da Erosão Costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, p. 341-432, 2018.

DOMINGUEZ, José Maria Landim; NEVES, Silvana Moreira; BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto; GUIMARÃES, Júnia Kacenelenbogen. PARAÍBA. In: MUEHE, Dieter (org.). **PANORAMA DA EROÇÃO COSTEIRA NO BRASIL.** Brasília:

Ministério do Meio Ambiente – Mma, 2018. p. 327-344. Disponível em: https://www.bivica.org/files/5975_11.%20TerraMar_Panorama%20da%20Eros%C3%A3o%20Costeira%20do%20Brasil_PDF.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

DOYLE, L. J.; SHAWMA, D. C.; HIM, A. C.; PILKEY JR., O. H.; NEA, W. J.; PILKEY, O. H.; MARTIN, D., BELKNAP, D. F. 1984. **Living with the West Florida shore**. In: **O. H. pilkey Jr. and W. I. Neal (eds) Living with the shore**. North Carolina, Duke University Press, 255p.

DYKE, F. (2008). **A Conservação do Habitat e da Paisagem**. Em F. Van Dyke (Ed.), *Biologia da Conservação. Fundamentos, Conceitos, Aplicações* (pp. 279-311, 2ª ed.). Berlim/Heidelberg: Springer Science and Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6891-1_10.

ELLIFF, Carla I.; SILVA, Iracema R.. Coral reefs as the first line of defense: shoreline protection in face of climate change. **Marine Environmental Research**, [S.L.], v. 127, p. 148-154, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.03.007>.

El-Younsy, ARM, Obaidalla, NA, Philobos, ER et al. **Estratigrafia de sequência de alta resolução da sucessão Cretáceo Superior-Paleógeno Inferior, área de Gabal Qreiya**, Alto Egito. *Arab J Geosci* 10 , 531 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3319-z>.

ESTEP, L.; HOLLOWAY, J. Estimators of bottom reflectance spectra. **International Journal of Remote Sensing**, v. 13, n. 2, p. 393-397, 1992.

ESTEVEZ, A. M. et al. Adapting social impact assessment to address a project's human rights impacts and risks. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 67, p. 73–87, 2017.

ESTEVEZ, Luciana S; FINKL, Charles W. The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches. **Journal of Coastal Research**,[s.l.]26, 11–18, 1998.

FADURPE - Fundação Apolônio Salles De Desenvolvimento Educacional. **Projeto Contenção do Processo de Erosão Marinha da Falésia do Cabo Branco e da Praia do Seixas: Estudo de Impacto Ambiental – EIA**. João Pessoa, 2011.

FAIVRE, S. et al. Driving processes of relative sea-level change in the Adriatic during the past two millennia: From local tectonic movements in the Dubrovnik archipelago (Jabljan and Šipan islands) to global mean sea level contributions (Central Mediterranean). **Global and Planetary Change**, v. 227, p. 104158, 2020.

FARIAS, Fabiano Fontenele et al. **O USO DA TÉCNICA DE CARTOGRAFIA DIGITAL PARA O ESTUDO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO**. 2017. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/16996>. Acesso em: 05 jan. 2023.

FERNANDINO, G.; GONZÁLEZ, M.; CÁNOVAS, V.; TANAJURA, C.A.S. & Silva, I.R. 2018. Erosional patterns induced by coral reefs in the eastern coast of Brazil, **Pesquisas em Geociências**, 45:e 0750.

FERRARIO, F. et al. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. **Nature Communications**, v. 5, n. 1, p. 3794, 13 maio 2014.

FERRARIO, F. et al. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. **Nature Communications**, v. 5, n. 1, p. 3794, 13 maio 2014.

FERREIRA JR, A.V., ARAÚJO, T.C.M. 2013. Gênese dos arenitos de praia no litoral de Pernambuco interpretada através de estudos isotópicos genesis of beachrock in coast of Pernambuco interpreted by isotopic. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 4, 9-16. <https://doi.org/10.5380/abequa.v4i1-2.29525>

FERREIRA, B.P., COSTA, M.B.S.F., COXEY, M.S., GASPAR, A.L.B., VELEDA, D., ARAUJO, M. (2013a). The effects of sea surface temperature anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. **Coral Reefs**, 32, 441–454. <https://doi.org/10.1007/s00338-012-0992-y>.

FOGA, Steve et al. Cloud detection algorithm comparison and validation for operational Landsat data products. **Remote sensing of environment**, v. 194, p. 379-390, 2017.

FRANCO, Brunno Jansen. **Análise do Índice de Vulnerabilidade Costeira no setor Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza. 2021.** 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, Dissertação Apresentada Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/59257/1/2021_dis_bjfranco.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023.

FURRIER, M., SOUZA, A., LAVOR, L. 2017. Environmental analysis and legal bases for coastal area evaluation: the Seixas beach sample – PB. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, 11(2), 231-39. <https://doi.org/10.4090/juee.2017.v11n2.231239>.

GALLOP, SL, YOUNG, IR, RANASINGHE, R. et al. A influência em larga escala da matriz da Grande Barreira de Corais na atenuação das ondas. **Coral Reefs** 33 , 1167–1178 (2014). <https://doi.org/10.1007/s00338-014-1205-7>.

GARCIAS,C.M.; SANCHES,A.M. Vulnerabilidades sócioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: levantamento teórico-conceitual e análise da Vulnerabilidade ambiental aplicada à região metropolitana de Curitiba - **PR .Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, v. 10,n. 2,p. 96-111. 2009.

GARDNER, T.A., COTE, I.M., GILL, F.A., GRANT, A. & WATKINSON, A.R. 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. **Science** 301(5635):958-960.

GITIRANA, H.M.; SOUZA, A.T. Notes on the spatial distribution and foraging behavior of green turtles at the Fernando de Noronha Archipelago, northeastern Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v.132, p. 9-12, 2012.

GIYANTO. Metode Transek Foto Bawah Air untuk Penilaian Kondisi Terumbu Karang, **Oseana**.28 47–61, 2013.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.**, 18:1111-1116, 1987.

GRAHAM, L.E., WILCOX, L.W. (2009). **Algae**. Prentice-Hall, New Jersey. 2009. 640 p.

GREEN, E. P. et al. A review of remote sensing for the assessment and management for tropical coastal research. **Coastal Management**, v. 24, p.1-40, 1996.

GREGORY, K. J.. **A natureza da Geografia Física**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1992. 367 p.

GUERRA, F. S. (2020). Geoecologia das paisagens como contributo ao ensino de geografia física. *Ensino Em Perspectivas*, 1(1), 1–3. **Revista UECE** disponível: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/4513>.

HAJDU, E., ARAUJO, F.V., HAGLER, A.N. (1993). Antimicrobial activity of Southwestern Atlantic shallow-water marine sponges (*Porifera*). **Scientia Marina**, 57(4), 427–432.

HALL, Colin Michael. **Planejamento Turístico: políticas, processos e relacionamentos**. São Paulo: Contexto, 2004.

HERNÁNDEZ-DELGADO, E. A. The emerging threats of climate change on tropical coastal ecosystem services, public health, local economies and livelihood sustainability of small islands: Cumulative impacts and synergies. **Marine Pollution Bulletin**, v. 101, n. 1, p. 5–28, 15 dez. 2015.

IBGE, **Censo demográfico 2010**. Rio: IBGE, 2010. 100 p.. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2010.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acesso em: 04 de janeiro de 2017.

JOÃO PESSOA (Município). Lei nº 13.813, de 10 de setembro de 2019. **Institui Como Polo Gastronômico "Mais Oriental das Américas" Os Bares e Restaurantes Compreendidos na Praia dos Seixas no Âmbito do Município de João Pessoa, Cria Incentivo e Dá Outras Providências**. João Pessoa, PB, disponível: leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2019/1382/13813/lei-ordinaria-n-13813-2019 acesso em: 23 jul. 23.

JONES D.J. 1956. Introduction to Microfossils. **Harper & Brothers**, New York, 406p.

KHAN, M.; DOLBERG, F.; AKBAR, M. **Effect of fishmeal and wheat bran diet on the performance of local lactating cows in Bangladesh**. Bangladesh J. Anim. Sci., v. 21, p, 37-42, 1992.

KITAHARA, M. V. Novas ocorrências de corais azooxantelados (Anthozoa, Scleractinia) na plataforma e talude continental do sul do Brasil (25-34º S). **Biotemas**, Florianópolis, v. 3, n. 19, p.55-63, set. 2006.

KLEIN, RENSHAW E CURBY, 2016, **Regulação emocional e percepções de críticas hostis e construtivas em relacionamentos amorosos** *Terapia comportamental*, (2016), p.143 – 154.

KNOWLTON, N. & JACKSON, J.B. 2008. Shifting baselines, local impacts and global change on coral reefs. **PloS Biol.** 6(2):0215-0220.

KOHLER K E; GILL S M. 2006 Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology *Comput. Geosci.* 32 1259–69.

LABOREL, Françoise et al. **Recifes Brasileiros: O Legado de Laborel: “Les Peuplements de Madréporaires des Côtes Tropicales du Brésil”** Jacques Laborel, 1970 (traduzido e comentado). Rio de Janeiro: Gráfica Stampapa Ltda. 2019, 2019. 376 p. (Livros 64. Museu Nacional). Disponível em: <<http://coralvivo.org.br/arquivos/documentos/Recifes-Brasileiros-o-Legado-de-Laborel-2019.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

LABOREL, J. 1969. **Madréporaires et hydrocoralliaires recifaux des bresiliennes: systematique, ecologie, repartition verticale et geographie.** *Ann. Inst. Oceanogr.*, Paris 47, p. 171-229.

LABOREL, J. 1970. Madreporaires et hidrocoralliaires recifaux des cotes bresiliennes - Systematique, Ecologie, Repartition verticale et Geographique. **Résultats Scientifiques de Campagnes de la “Calypso”**, 9: 171-229.

LAPORTE L.F. 1975. Ambientes Antigos de Sedimentação. **Série de Textos Básicos de Geociências.** Edgard Blücher, São Paulo, 145p.

LEÃO, Z. M. A. N.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; NOLASCO, M. C.; MARTIN, L. **The effects of Holocene sea level fluctuations on the morphology of the Brazilian coral reefs.** *Rev. Bras. Geocienc.*, v. 15, p. 154-157, 1985.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotrópica**, 8 (3): 69-82. 2008.

LEÃO, Z.M.A.N. **Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil.** Ph.D. Dissert., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Univ. Miami, Florida. 218 p.1982.

LEÃO, Z.M.A.N., ARAÚJO, T.M.F., NOLASCO, M. C. 1988. The coral reefs off the coast of eastern Brazil. **In Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium**, 3, 339-347.

LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K. P., TESTA, V. (2003). Corals and coral reefs of Brazil. In Cortes, J. (ed.). *Latin American Coral Reefs*. Amsterdam: **Elsevier Publisher**, 9-52.

LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K. P., TESTA, V. (2003). Corals and coral reefs of Brazil. In Cortes, J. (ed.). Latin American Coral Reefs. Amsterdam: **Elsevier Publisher**, 9-52.

LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P. 1999. The Bahian Coral Reefs – from 7000 Years BP to 2000 AD. **Revista Ciência e Cultura**.

LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P., FERREIRA, B.P., NEVES, E. G. SOVIERZOSKI, H.H., OLIVEIRA, M.D., JOHNSON, R. 2015. Brazilian coral reefs in a period of global change: a synthesis. **Brazilian Journal of Oceanography**, 64(SPE2), 97-116.

LEATHERMAN, SP, e B. Clow. "**Projeto de mapeamento da costa UMD.**" Boletim 22.3 (1983) da Sociedade de Geociências e Sensoriamento IEEE : 5-8.

LEITE, D., DE VASCONCELOS, E.R.T.P.P., RIUL, P., DE FREITAS, N.D.A., DE MIRANDA, G.E.C. (2020). Evaluation of the conservation status and monitoring proposal for the coastal reefs of Paraíba, Brazil: Bioindication as an environmental management tool. **Ocean & Coastal Management**, 194, 105208. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105208>.

LEITE, K.L. **Gestão e Integração de uma Unidade de Conservação Marinha Federal Estação Ecológica Tupinambás no Contexto Regional de Gerenciamento Costeiro do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

LENA, A., RECHICHI, M., SALVETTI, A., BARTOLI, B., VECCHIO, D., SCARCELLI, V., AMOROSO, R., BENVENUTI, L., GAGLIARDI, R., GREMIGNI, V., ROSSI, L. (2009). Drugs targeting the mitochondrial pore act as cytotoxic and cytostatic agents in temozolomide-resistant glioma cells. **Journal of Translational Medicine**, 7, 13. <https://doi.org/10.1186/1479-5876-7-13>

LESSA, G. C.; CASTRO, C. B.; TEIXEIRA, C. E. P. Variabilidade da turbidez e taxas de sedimentação na zona costeira de caravelas (ba): existem evidências de impacto das atividades de dragagem do canal do tomba nos recifes coral?. **Abequa**, Itajai, v. 10, n. 1, p.60-74, jan. 2005.

LEVY, N., SIMON-BLECHER, N., BEN-EZRA, S., YUVAL, M., DONIGER, T., LERAY, M., KARAKO-LAMPERT, S., TARAZI, E., LEVY, O. (2023). Evaluating biodiversity for coral reef reformation and monitoring on complex 3D structures using environmental DNA (eDNA) metabarcoding. **Science of The Total Environment**, 856, Part 2, 159051. [10.1016/j.scitotenv.2022.159051](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159051)

LIMA, R. C. **Altimetria e análise espacial de macrobentos dos recifes da praia do Seixas João Pessoa, Paraíba, Brasil**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

LIU, PANG (2016), Um Algoritmo de Rede Eficiente para Precificação de Opções de Estilo Americano, **Jornal Internacional de Mercados Financeiros e Derivativos**, vol. 5, nº 1, 36-55.

LYZENGA D. R. Passive remote sense techniques for mapping water depth and bottom features. **Applied Optics**, v. 17, p. 379-383, 1978.

LYZENGA D. R. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. **International Journal of Remote Sensing**, n. 2, p. 71-82, 1981.

MACEDO, S. S. Litoral Urbanização Ambientes e seus Ecossistemas Frágeis. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], n. 12, p. 151-232, 1999. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i12p151-232. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/134042>. Acesso em: 25 jul. 2023.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Oceanografia, um cenário tropical. Recife Brasileiros**. Ed. Bagaço, p. 617- 640, 2003.

MARANGONI, L.F.BARROS, MARQUES, J.A., DUARTE, G.A.S., PEREIRA, C.M., CALDERON, E.N., CASTRO, C.B., BIANCHINI, A. (2017). Copper effects on biomarkers associated with photosynthesis, oxidative status and calcification in the Brazilian coral *Mussismilia harttii* (Scleractinia, Mussidae). **Marine Environmental Research**, 130, 248-257. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.08.002>

MARINHO-SORIANO E., MOREIRA W.S.C., CARNEIRO M.A.A. (2006). Some aspects of the growth of *Gracilaria birdiae* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) in an Estuary in Northeast Brazil. **Aquaculture International**, 14, 327–336. <https://doi.org/10.1007/s10499-005-9032-z>

MARITORENA, S. (1996). Remote sensing of the water attenuation in coral reefs: A case study in French Polynesia. **International Journal of Remote Sensing - INTJ**, REMOTE SENS. 17. 155-166.

MARTINELLI, M. Marcello Martinelli - **Mapas da geografia e cartografia temática**. 2009.

MARTÍNEZ, S. e MOLICCONNE, D. From Land Cover to Land Use: A Methodology to Assess Land Use from Remote Sensing Data. **Remote Sens**. 2012.

MARTINS, A.P., ZAMBOTTI-VILLELA, L., YOKOYA, N.S., COLEPICOLO, P. (2018). Biotechnological potential of benthic marine algae collected along the Brazilian coast. **Algal Research**, 33, 316–327. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.05.008>

MASSEI, K. et al. Multi-proxy assessment of coral reef formation and biotic-abiotic diversity in an urban coastal reef ecosystem in northeastern Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 891, p. 164487, 15 set. 2023.

MAZZINI, P L F; SCHETTINI, C A F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos COSTEIROS QUASESINÓTICOS. **Aquat. Sci. Technol**, São Paulo, v. 1, n. 13, p.53-64, jan. 2009. Disponível em: <<https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/bjast/article/viewFile/1336/1058>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

MCNEILL, S.E. 1994. The selection and design of marine protected areas: Australia as a case study. **Biodiversity and Conservation** 3:586-605.

MEEDER, J. F. **Pliocene fossil reef of southwest Florida**. Miami Geol. Society Field Trip, 20 pp. 1979.

MELLO, R.B. **Plano de Manejo: uma análise crítica do processo de planejamento de unidades de conservação federais**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Niterói. Universidade Federal Fluminense. 133f. 2008. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&coobra=145680>. Acesso em Jun. 2023.

Melo, R. S., Lins, R. P. M. & Eloy, C. C. (2014). O Impacto do Turismo em Ambientes Recifais: Caso Praia Seixas Penha, Paraíba, Brasil. **REDE- Revista Eletrônica do Prodepa**, 8(1), p. 67-83.

MELO, R.D.S., CRISPIM, M.C., LIMA, E.R.V., LINS, R.P. (2008). Planejamento turístico e zoneamento ambiental: um estudo de caso nos ambientes recifais das praias do Seixas, Penha e Arraial - PB. **Caderno Virtual de Turismo**, 8(2), 23-33.

MENDONÇA, R. **Turismo e meio ambiente: uma falsa oposição?** In: LEMOS, A. I. G. (org), **Turismo: impactos socioambientais**. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

MISHRA, M., KAR, P.K., CHAND, P., MOHANTY, P.K., ACHARYYA, T., SANTOS, C.A.G., GONÇALVES, R.M., SILVA, R.M., BHATTACHARYYA, D., BEJA, S.K., BEHERA, B. (2023a). Deciphering the impact of anthropogenic coastal infrastructure on shoreline dynamicity along Gopalpur coast of Odisha (India): An integrated assessment with geospatial and field-based approaches. **Science of the Total Environment**, 858, 159625. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159625>

MISHRA, Manoranjan ; SUDARSAN, Desul ; KAR, Dipika ; NAIK, Arun Kumar ; DAS, Prabhu Prasad ; SANTOS, Celso A. G. ; SILVA, Richarde Marques . The development and research trend of using dsas tool for shoreline change analysis: a scientometric analysis. **Journal of urban and environmental engineering (UFPB)**, v. 14, p. 69-77, 2020.

MOBERG, Fredrik; FOLKE, Carl. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 29, n. 2, p.215-233, maio 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00009-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00009-9).

MOREIRA, P. P. **Mapeamento de Habitats do Recife de Coral Pedra de Leste, Abrolhos, Utilizando Imagens Orbitais Quickbird e Landsat7 ETM+**. Ilhéus, 2008. 117 p. Dissertação (mestrado em Sistemas Aquáticos tropicais), Universidade Estadual de Santa Cruz.

MOTA, Luana Santos Oliveira; SOUZA, Rosemeri Melo e. Análise geocológica da paisagem costeira do município de aracaju/sergipe geoecological analysis of the coastal landscape of the aracaju city, sergipe. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 18, p. 86-103, dez. 2017a. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/45923>. Acesso em: 28 jan. 2023.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

MOURA REIS, C.M.. NEUMANN, V. H. DE M. L., VIANA DE LIMA, E.R. Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa (PB) à erosão costeira. **Estudos Geológicos**. v. 18 (2), p. 26 -36. 2008.

MOURA REIS, C.M.. NEUMANN, V. H. DE M. L., VIANA DE LIMA, E.R. Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa (PB) à erosão costeira. **Estudos Geológicos**. v. 18 (2), p. 26 -36. 2008.

MUEHE, Dieter. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 2, n. 1, p.35-44, set. 2001.

MUMBY, P. J.; HARBORNE, A. R. Development of a systematic classification scheme of marine habitats to facilitate regional management and mapping of Caribbean coral reefs. **Biological Conservation**, v. 88, p. 155-163, 1999.

MURPHY, C., HOTCHKISS, S., WORTHINGTON, J., MCKEOWN, S.R. (2014). The potential of seaweed as a source of drugs for use in cancer chemotherapy. **Journal of Applied Phycology**, 26, 2211–2264. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0245-2>

NAMA, S., SHANMUGHAN, A., NAYAK, B.B., BHUSHAN, S., RAMTEKE, K., 2023. Impacts of marine debris on coral reef ecosystem: a review for conservation and ecological monitoring of the coral reef ecosystem. *Mar. Pollut. Bull.* 189, 114755. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114755>.

NEUMANN, V. H., BARBOSA, J. A., NACIMENTO SILVA, M. V., SIAL, A. N.; LIMA FILHO, M. Sedimentary development and isotope analysis of deposits at the Cretaceous/Palaeogene transition in the Paraíba. **Basin, NE Brazil. Geologos**, 2009, 15 (2): 103–113.

NEVES, E.G., DA SILVEIRA, F.L. (2003). Release of planula larvae, settlement and development of *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (*Anthozoa*, *Scleractinia*). **Hydrobiologia**, 501, 139–147. <https://doi.org/10.1023/A:1026235832253>

NEVES, S. M. **Erosão Costeira no estudo da Paraíba**. Tese de Doutorado. Salvador, 2003.

NEVES, Silvana Moreira; MANSO, Valdir do Amaral Vaz; NEVES, Marianna Moreira. Estudo da mineralogia, textura, densidade e componentes bióticos das areias de praia e sua relação com a dinâmica praial do litoral do estado da Paraíba. **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Recife, v. 8, n. 2, p. 120-123, nov. 2010. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/2/15.pdf>. Acesso em: 21 jul. 22.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro/RJ: IBGE, 1979. p. 421.

NOZAKI-TAGUCHI, NATSUKO MD; YAMAMOTO, TATSUO MD . A interação de FK409, um novo liberador de óxido nítrico e morfina tratado periféricamente durante o inflamação experimental. **Anesthesia & Analgesia** 86(2):p 367-373, fevereiro de 1984. | DOI: 10.1213/00000539-199802000-00028.

ODUM, Eugene. **Fundamentos de Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 446 p. (6ª edição).

OLIVEIRA SOARES, M., TEIXEIRA, C.E.P., FERREIRA, S.M.C., GURGEL, A.L.A.R., PAIVA, B.P., MENEZES, M.O.B., DAVIS, M., TAVARES, T.C.L. (2019). Thermal stress and tropical reefs: mass coral bleaching in a stable temperature environment? **Marine Biodiversity**, 49, 2921–2929 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12526-019-00994-4>

OLIVEIRA, E. S. **Impactos socioambientais e econômicos do turismo e suas repercussões no desenvolvimento local: o caso de Itacaré – Bahia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação, 2010.

OLIVEIRA, E. S. **Impactos socioambientais e econômicos do turismo e suas repercussões no desenvolvimento local: o caso de Itacaré – Bahia**. Dissertação de mestrado, 2008.

OLIVEIRA, L. K.; LEÃO, M. B. C. Mar sem fim: diversidade biológica e a proteção nacional e internacional dos oceanos / Endless sea: biological diversity and the national and international protection of the oceans. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 16570–16590, 18 fev. 2021.

OTSU, N. A threshold selection method from grey-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 1979, vol. 9, no. 1, pp. 41–47.

OXINALDE, Miguel del Reguero 1994 **Ecoturismo – Nuevas formas de turismo en el espacio rural**. Barcelona: Bosch Casa Editorial.

PANDOLFI, J.M., CONOLLY, S.R. MARSHALL, D.J., COHEN, A.L. (2011) Projected coral reef futures under global warming and ocean acidification. **Science**, 333, 418–422. <https://doi.org/10.1126/science.1204794>

PANDOLFI, J.M., CONOLLY, S.R. MARSHALL, D.J., COHEN, A.L. (2011) Projected coral reef futures under global warming and ocean acidification. **Science**, 333, 418–422. <https://doi.org/10.1126/science.1204794>

PARAÍBA (Estado). Decreto nº 15149, de 19 de fevereiro de 1993. Cria o Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba, institui a Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico e dá outras providências. **Decreto**. Disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br/legis_files/decreto15149.html>. Acesso em: 07 abr. 2022.

Paraíba, **Decreto Estadual nº 38.981/2018**. Publicado em 28 de dezembro de 2018. Diário Oficial do Estado, Paraíba-Brasil.

PARAÍBA. Decreto Estadual nº. 10.781/2016. **Cria o Distrito Industrial do Turismo/Centro de Convenções e autoriza o Poder Executivo a doar o imóvel à CINEP e define regras para a futura destinação da área**. Diário Oficial do Estado da Paraíba, João Pessoa, 15 jan. 2023.

PARAÍBA. Decreto Estadual nº. 35.750/2015. **Cria a Área de Proteção Marinha Naufrágio Queimado**. Diário Oficial do Estado da Paraíba, João Pessoa, 15 jan. 2023.

PEDROCHE, F.F., SILVA, P.C., CHACANA, M. (2002). **El género Codium (Codiaceae, Chlorophyta) en el Pacífico de México**. Monografías Ficológicas, 1, 11–74.

PEKEY, H. et al. Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, n. 9, p. 946–953, 2004.

PENNINGS, S.C. Indirect interactions on coral reefs. In: BIRKELAND, C. (ED.). Life and death of coral reefs. Nova Jersey: **Springer**, p. 249-272. 1997.

PEREIRA, M.G.. BENEVIDES, N.. MELO, M.R.. VALENTE, A. P.. MELO, F. R.. MOURÃO, P.A. (2005). Structure and anticoagulant activity of a sulfated galactan from the red alga, *Gelidium crinale*. Is there a specific structural requirement for the anticoagulant action? **Carbohydrate Research**, 340(12), 2015–2023. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2005.05.018>

PIRES ADVOGADOS & CONSULTORES. 2004. **EIA do Projeto de Carcinicultura da Destilaria Jacuípe S/A. Rio Tinto PB**. Escrito em 4 volumes. Disponível em: https://www.pires.adv.br/v2/index.php?i=direito_ambiental_portifolio. Acesso em: 28 maio 2020.

PLASTINO, E. M., URSI, S., FUJII, M. T. (2004). Color inheritance, pigment characterization, and growth of a rare light green strain of *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta). **Phycology Research**, 52(1), 45–52. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1835.2003.00324.x>.

PONTEE, N. 2013. Definindo o aperto costeiro: uma discussão. **Ocean and Coastal Management** 84: 204-207.

PRATES, A. P. L. **Recifes de Coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade**. 2003. 226 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003. Cap. 6.

RAHAMAT ULLAH, MD., AMIRUL ISLAM, MD., KHAN, A.B.S., BOSU, A., YASMIN, F., MONJURUL HASAN, MD., MOHIDUL ISLAM, MD., ANISUR RAHMAN, MD., MAHMUD, Y. (2023). Effect of stocking density and water depth on the growth and production of red seaweed, *Gracilaria tenuistipitata* in the Kuakata coast of Bangladesh. **Aquaculture Reports**, 29, 101509. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101509>.

RATHBUN, R. 1879. **A List of the Brazilian Echinoderms, with notes on their distribution**, etc. Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 5(3):139-151. 1879.

RECH, C.M.C.B. **Subsídios para o Zoneamento Costeiro de uso da área de Proteção Ambiental – APA “Costa Brava”, Santa Catarina, Brasil**. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85951>> Acesso em Jun. 2023.

REDDAD, Hanane, et al. "Controles de textura e composição em areias fluviais e de praia modernas do cinturão Rif costeiro mediterrâneo (Northern Rif, Marrocos)." **Jornal Italiano de Geociências** 135.2 (2016): 336-349.

REUSS-STRENZEL, G.M. **Caracterización del paisaje sumergido para la gestión de áreas marinas protegidas**. 2004. Tese de Doutorado. Doutorado em Meio Ambiente. Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 172 p.

REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018.

RODELLA, A.A. & ALCARDE, J.C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes**. Sci. Agric., 51:556-562, 1994.

RODIL, IF, CIVIDANES, S., LASTRA, M. ET AL. Variabilidade Sazonal na Distribuição Vertical da Macrofauna Bentônica e da Matéria Orgânica Sedimentar numa Praia Estuarina (NW de Espanha). Estuários e costas: **J CERF** 31 , 382–395 (2008). <https://doi.org/10.1007/s12237-007-9017-4>.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA. E.V.da; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

ZAIDAN, R. T. GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES. **Revista de Geografia - PPGEIO - UFJF**, v. 7, n. 2, 28 set. 2017. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13331>.

ROGERS JS, MONISMITH SG, FEDDERSEN F, STORLAZZI CD. Hydrodynamics of spur and groove formations on a coral reef. **Journal of Geophysical Research: Oceans**. 2013; p.3059-3073.

RUCKELSHAUS, M. et al. Securing ocean benefits for society in the face of climate change. **Marine Policy**, v. 40, p. 154–159, 1 jul. 2013.

RUSCHMANN, Doris van de Meene. Planejamento turístico. In: ANSARAH, Marília Gomes dos Reis (org.). **Turismo; como aprender, como ensinar**. São Paulo: Ed. SENAC São Paulo, 2001. p. 65-86. (v.2)

RUSCHMANN, Doris van de Meene. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas: Papirus, 2004. Acesso em: 27 jul. 2023.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. Paulo Freire Vieira (Org). São Paulo: Cortez, 2007.

SALE, P.F. 1991. The Ecology of Fishes on Coral Reefs. London: **Academic Press**. 754p.

SALES, L. G. L. 2002. **A paisagem costeira entre as desembocaduras dos Rios Miriri e Mamanguape – PB. 2002**. 49 f.– Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SANTOS, B. S. **Introdução à uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SANTOS, C. L. A. et al. Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau a Maracajau. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 7, n. 25, p.27-36, jul. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3262/1/%09Santos%2C%20Claude%20Luis%20Aguilar>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

SANTOS, C.A.G., NASCIMENTO, T.V.M., MISHRA, M., SILVA, R.M. (2021). Analysis of long- and short-term shoreline change dynamics: A study case of João Pessoa city in Brazil. **Science of the Total Environment**, 768, 144889. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144889>

SÃO PAULO, Secretaria de Meio Ambiente. **Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental**. Zoneamento Ecológico- Econômico – Litoral Norte São Paulo. São Paulo. SMA/CPLEA. 56p. 2005.

SASSI, R. 1987. **Fitoplâncton da formação recifal da Ponta dos Seixas (Lat. 7°9'16''S, Long 34°47'35''W), Estado da Paraíba, Brasil: Composição, ciclo anual e alguns aspectos fisio-ecológicos**. Tese (Doutorado em Ciências) –Universidade de São Paulo Instituto Oceanográfico São Paulo, 163p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Avaliação e Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/> Acesso em: 22 dezembro. 2022.

SCHLÜTER, Regina G. **Metodologia de pesquisa em turismo e hotelaria**. Tradução Tereza Jardim. São Paulo: Aleph, 2003. 192p. (Série Turismo).

SHEPPARD, C. et al. Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, n. 2, p. 223–234, 1 ago. 2005.

SHEPPARD, C. R. C. et al. Habitat mapping in the Caribbean for management and conservation: use and assessment of 103 aerial photography. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems**, v. 5, p. 277-298, 1995.

SILVA, Rayane de Oliveira; SILVA, Daiany Santos; SOUZA, Rosemeri Melo e; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Análise Comparativa da Evolução da Planície Costeira da Praia do Abaís entre os anos 1984 e 2016. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 12, p. 170-186, nov. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Cec%C3%ADlia/Downloads/237722-142003-1-PB..> Acesso em: 11 jul. 22.

SILVA, V.C., RODRIGUES, C.M. (2014). Natural products: an extraordinary source of value-added compounds from diverse biomasses in Brazil. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, 1, 14. <https://doi.org/10.1186/s40538-014-0014-0>

SILVA, Xavier da. **O que é Geoprocessamento?: Conceito não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS)**. Rio de Janeiro: Geoufrj, 2001. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

SIQUEIRA, Mariana Nascimento; CASTRO, Selma Simões; FARIA, Karla Maria Silva. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 3, p.557-566, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-45132013000300009>.

SOARES, S. B.; CHACALTANA, J. T. A. Refração e Difração de Ondas em Regiões Costeiras. In: **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Curitiba, 2003.

SOTCHAVA, V. B.. **O estudo de geossistemas**. 1977. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/110712928/Sotchava-o-Estudo-de-Geossistemas>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SOUSA, Paulo Henrique Gomes de Oliveira. **Erosão Costeira**. São Paulo: Instituto Oceanográfico de São Paulo, 2013.

SOUZA, M. C. S. **Análise Espacial A Partir Do Uso De Sistemas De Informações Geográficas Para A Conservação Dos Recifes Do Seixas** – PB. p. 170, out. 2018.

SOUZA, Maria Cecilia Silva; VIANNA, Pedro Guedes Costa; MASSEI, Karina; LIMA, Raoni da Costa; ELOY, Christinne Costa. Análise espacial e mapeamento da ocorrência de corais nos recifes de Picãozinho, João Pessoa-PB, comparativo entre 2001 e 2015/2016. **Gaia Scientia**, João Pessoa, Paraíba. Brasil, v. 10, n. 4, p. 432-445, 19 dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/30609/19210>. Acesso em: 05 mar. 2022.

SPALDING, M. D.; GRENFELL, A. M. New estimates of global and regional coral reef areas. **Coral Reefs**, v. 16, p. 225-30, 1997.

STEINER, Carol J.; REISINGER, Yvette. Understanding existential authenticity. **Annals of tourism research**, v. 33, n. 2, p. 299–318, 2006. doi:10.1016/j.annals.2005.08.002.

SUÁREZ-RUIZ, I. et al. Review and update of the applications of organic petrology: Part 1, geological applications. **International Journal of Coal Geology**, v. 99, p. 54–112, 2012.

SUÁREZ-RUIZ, I., LUÍS, D, TOMILLO, P. Aplicação da petrografia orgânica como ferramenta forense em estudos ambientais para investigar a origem da poluição por carvão nas praias de Gijón (norte da Espanha) **Jornal Internacional de Geologia do Carvãoeste** (2023), 265, 104154.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 317 p.

TASSAN, S. Modified Lyzenga's method for macroalgae detection in water with nonuniform composition. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 8, p. 1601-1607, 1996.

THIELER E., HIMMELSTOSS E., ZICHICHI J. E ERGUL A. (2017). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) versão 4.0 – Uma extensão ArcGIS paracálculo da alteração da linha costeira (ver.4.4, julho de 2017): **U.S. Geological Survey** Relatório de Arquivo Aberto 2008-1278 Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publicação/ofr20081278>. Acesso em 20 jun. 2022.

THIELER Robert, WILLIAM W. Danforth. “Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors.” **Journal of Coastal Research**, vol. 10, no. 3, 1994, pp. 549–63. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/4298252>. Accessed 28 July 2023.,

TORRES, J. R. L. et al. Potencial turístico e impacto ambiental: piscinas naturais da praia dos Seixas, João Pessoa, Paraíba. **Fórum Internacional de Turismo do Iguassu, Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil**, p.54-74, jun. 2016. Disponível em: <<http://festivaldeturismodascataratas.com/wpcontent/uploads/2017/04/14.POTENCIAL-tur%c3%8dstico-e-impactoambientalpiscinasnaturaisdapraiadossaixasjo%c3%83o-pessoa-para%c3%8dba.pdf>>. acesso em: 23 jul. 2023.

TRICART, J. Paisagem e ecologia. Inter-Facies: **escritos e documentos**. São José do Rio Preto: Ed. Da UNESP, 1982.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. Publicado originalmente em “Die geographische landschaft und ihre Erforschung – Studium Generale, 4-5, 1950. Traduzido por: Gabrielle Corrêa Braga. **Espaço e Cultura**. n.14, 1997.

VALLIM, M., BARBOSA, J., CAVALCANTI, D., DE PAULA, J., SILVA, V.A.G.G., TEIXEIRA, V., PAIXÃO, I.C.N. (2010). In vitro antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian brown alga *Canistrocarpus cervicornis*. **Journal of Medicinal Plants Research**, 4, 2379–2382. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.564>

VEERAGURUNATHAN, V., VIJAY ANAND, KG, GHOSH, A., GURUMOORTHY, U., GWEN GRACE, P. (2022). Significado ecológico da produção de biomassa de algas marinhas e seu papel na agricultura sustentável. In: Pakeerathan, K. (eds) *Agricultura Inteligente para Nações em Desenvolvimento. Tecnologias Avançadas e Mudança Social*. Springer, Singapura. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8738-0_12.

VERBRUGGEN, H., ASHWORTH, M., LODUCA, S.T., VLAEMINCK, C., COCQUYT, E., SAUVAGE, T., ZECHMAN, F.W., LITTLER, D.S., LITTLER, M.M., LELIAERT, F., CLERCK, O. (2009). A multi-locus time-calibrated phylogeny of the *siphonous green algae*. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 50, 642–653. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.12.018>.

VERRILL, A.E. **Notes on the Radiata in the Museum of Yale College**; 4 - Notice of coral and echinoderms collected by Prof. C. F. Hartt at the Abrolhos Reefs province of Bahia, Brazil. Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 1:351-371. 1868.

VILLALOBOS, A. et al. EVALUACIÓN POR MÉTODO ECOMÉTRICO DE AGAR OBTENIDO DE ALGAS ROJAS COLOMBIANAS. **Universitas Scientiarum**, v. 12, 2007.

WAGENER, K.; GABLER, C.; DRILLICH, M. A review of the ongoing discussion about definition, diagnosis and pathomechanism of subclinical endometritis in dairy cows. **Theriogenology**, v. 94, p. 21–30, 2017.

WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediments. **Journal of Geology**, 30, 377-392.

WESTMACOTT, Susie. **Manejo de recifes de corais branqueados e severamente danificados**. UICN, 2000.

WILKINSON, C. 2002. Status of coral reefs of the world 2002. GCRMN. **Australian Institute of Marine Science**, Townsville, Australia, p.7-44.

WONG, CHING-LEE & M. NG, S & Phang, Siew-Moi. (2004). Use of RAPD in differentiation of selected species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta). **Journal of Applied Phycology**. 19. 771-781.

XAVIER DA SILVA, J. - **Geomorfologia, análise ambiental e geoprocessamento**. Rio de Janeiro: sn, 2001. 228 p.

YANG, H. et al. A review of the catalytic hydrogenation of carbon dioxide into value-added hydrocarbons. **Catal. Sci. Technol.**, v. 7, n. 20, p. 4580–4598, 2017.

YANG, H. et al. A review of the catalytic hydrogenation of carbon dioxide into value-added hydrocarbons. **Catal. Sci. Technol.**, v. 7, n. 20, p. 4580–4598, 2017.

YOON, H.S., MÜLLER, K.M., SHEATH, R.G., OTT, F.D., BHATTACHARYA, D. (2006). Defining the major lineages of red algae (Rhodophyta). **Journal of Phycology**, 42(2), 482–492. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2006.00210.x>

ZHANG, Y.-C. , WB ROSSOW , PW STACKHOUSE, A. ROMANOU , E BA WIELICKI, 2007: Variações decadais do orçamento global de energia e calor oceânico e transportes de energia meridional inferidos de conjuntos de dados globais recentes. **J. Geophys. Res.** , 112 , D22101, doi:10.1029/2007JD008435.