



 Wissen
2026

ANAIIS DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Realização:





 Wissen
SCHOOL
2026

ANAIS DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Realização:





II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Christianne Maria da Silva Moura

Larissa Fernandes de Lavor

Karina Massei

Maria Cecília Silva Souza

Alexandre dos Santos Souza

Nadja Cecília de Freitas Silva

João Victor Araujo da Silva

Carlos Tadeu Martins da Silva

Organizadores

ANAIS DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



João Pessoa-PB, 2026



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



©2026 by Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2026 Os autores
Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe Dr. Junielson Soares da Silva
Wissen Editora: Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Dra. Denise dos Santos Vila Verde
Dra. Adriana de Sousa Lima

Imagem da Capa: Cabo Branco, aquarela de Christianne Maria da Silva Moura

Revisão: Os autores
Organizadoras

Informações sobre a Editora
Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina – Piauí, Brasil
E-mails: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:


[@wisseneditora](https://www.instagram.com/wisseneditora)



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Realização:



Financiamento



Apoio e Parceria





II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



ANAIS DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



<http://www.doi.org/10.52832/wed.184>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

II Workshop Erosão costeira no Nordeste Brasileiro (2026: João Pessoa-PB) Anais do II Workshop Erosão costeira no Nordeste Brasileiro [livro eletrônico]. -- 2. ed. -- João Pessoa, PB: Wissen Editora, 2026.

PDF

Vários autores.

Vários organizadores.

Bibliografia

ISBN 978-65-85923-82-8

DOI: 10.52832/wed.184

1. Brasil - Nordeste 2. Conservação da natureza 3. Erosão do solo - Controle 4. Geociências

5. Gestão ambiental I. Título.

25-326866.0

CDD-333.91620981

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil: Erosão costeira no Nordeste: Economia 333.91620981

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Informações sobre da Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mails: wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT:

MOURA, C. M. S. et al Anais Do II Workshop Erosão Costeira No Nordeste Brasileiro. v. 2, João Pessoa-PB: Wissen Editora, 2026, [Online]. **Anais** [...]. 2. ed. Teresina: Wissen Editora, 2026. DOI: 10.52832/wed.184



João Pessoa-PB, 2026



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – *CAMPUS I*, JOÃO PESSOA – PB

Reitora: Terezinha Domiciano Dantas Martins
Vice-Reitora: Mônica Nóbrega
Pró-Reitora de Graduação: Ana Claudia da Silva Rodrigues
Diretor de Centro (CCEN): Mário César Ugulino de Araújo
Presidente do evento: Christianne Maria da Silva Moura

CREDENCIAIS DO EVENTO

II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Presidente do evento: Christianne Maria da Silva Moura
Realização: Grupo de Estudo e Pesquisa do Espaço Costeiro (GEPEC)/ Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Site do evento: <https://erosaocosteira.org/>
Instagram: <https://www.instagram.com/workshoperosaocosteira/>
Contato: workshoperosaocosteira@gmail.com

COMISSÃO ORGANIZADORA

Alexandre dos Santos Souza
Carlos Tadeu Martins da Silva
Christianne Maria da Silva Moura
Diego Cezar da Silva Monteiro
Jefferson da Costa Silva
João Henrique Trajano Ferreira
João Victor Araújo da Silva
José Charriere Gomes Pereira
Josué Pereira da Silva
Karina Massei
Larissa Fernandes de Lavor
Luana Ramos de Oliveira
Macilene Pereira Leite
Marcelo dos Santos Chaves
Maria Cecília Silva Souza
Maria Lidia dos Santos Andrade
Marina Martins da Natividade
Nadja Cecília de Freitas Silva
Nivaneide Alves de Melo Falcão
Sara Hadyja Leite de Figueiredo
Vinicius Ferreira de Lima

COMISSÃO CIENTÍFICA

Alexandre dos Santos Souza
Christianne Maria da Silva Moura
Diego Cezar da Silva Monteiro
Ivanildo Costa e Silva
José Charriere Gomes Pereira
José Diniz Madruga Filho
Josué Pereira da Silva
Karina Massei



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Larissa Fernandes de Lavor
Marcelo dos Santos Chaves
Maria Cecília Silva Souza
Nivaneide Alves de Melo Falcão
Vinicius Ferreira de Lima

PROGRAMAÇÃO DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

LOCAL Universidade Federal da Paraíba – *Campus I*, João Pessoa – PB

PERÍODO 04 a 06 de novembro de 2025

Palestras e 04/11/2025 – **Terça-feira**
Palestrantes 07h30 – 12h00 – Credenciamento
08h00 – 12h00 – Exposições
08h00 – Solenidade de Abertura
09h00 – Palestra Magna: Panorama atual da erosão costeira no Nordeste
10h30 – Mesa-Redonda: Experiências Locais de Pesquisa
14h00 – Palestra: Oceanografia Física e Modelagem Oceanográfica
15h30 – Palestra: Drones Costeiros no IN – Exploração da Praia de Ponta Negra
16h30 – Palestra: Proposição de pesquisas de erosão costeira frente à emergência climática em áreas urbanas
17h30 – Sessão de Pôsteres

05/11/2025 – Quarta-feira | Minicursos

Minicurso 01 – Diagnóstico de erosão costeira: técnicas de campo
Minicurso 02 – Modelagem Oceanográfica
Minicurso 03 – Vulnerabilidade à erosão costeira: uma abordagem geossistêmica

06/11/2025 – Quinta-feira | Atividades de Campo

Jornada ao Recife de Corais do Seixas
Visitas às áreas com indicadores de erosão costeira no litoral da Paraíba

Exposições:

Painel Interativo de Educação Ambiental
Restauração e Biotecnologias de Corais
Mares sem Plástico



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



SOBRE OS ORGANIZADORES

Christianne Maria da Silva Moura



Geógrafa, mestre e doutora em Geociências. Professora Associada III do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba. Atua nos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia e Ciências Biológicas. Na pós-graduação atua na linha "Gestão Territorial e Análise Ambiental". É líder do Grupo de Estudo e Pesquisa do Espaço Costeiro (GEPEC/UFPB). É curadora do Museu de Paleontologia da UFPB. Tem experiência na área de Geociências com ênfase nos seguintes temas: sedimentologia, geomorfologia costeira e morfodinâmica costeira. Atualmente coordena o Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais (LEGAM/CCEN/UFPB).

Larissa Fernandes de Lavor



Doutora em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE/PPGEOC. Mestrado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB/PPGG. Graduação em Geografia pela mesma instituição (Bacharelado e Licenciatura). Graduação em Turismo pelo Instituto de Educação Superior da Paraíba, IESP. Especialista em Ciências Ambientais pelo Centro Integrado de Tecnologia e Pesquisa, CINTEP. Especialista em Geoprocessamento pela Faculdade Integrada de Patos, IFP. Tem experiência nas áreas de Turismo e Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem e Hidrodinâmica Costeira; Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Cartografia, Análise Geoambiental, Geomorfologia Cárstica, Geomorfologia Costeira, Sedimentologia; Gestão de Unidade de Conservação, Educação Ambiental, Geodiversidade.

Karina Massei



Graduada em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha (UNISANTA), mestre em Estudos Marinhos em Ambientes Costeiros pela Universidade do Algarve (Portugal) e doutora pelo PRODEMA/UFPB, com especialização em Educação Ambiental (Senac/PB). Coordena subprogramas de Educação Ambiental e Restauração de Corais no PREAMAR-PB, é Secretária Adjunta do GAM-Nordeste da Década do Oceano no Brasil e facilitadora do PPPZCM/ANPPEA. Desenvolve atividades integrando Ciências do Mar, Educação Ambiental e Turismo, com foco na interface ciência-políticas públicas-sociedade, além de coordenar a Semana Oceânica PB. Possui ampla experiência em ambientes costeiros e marinhos, especialmente em recifes de coral, manguezais, gestão costeira e educação ambiental. É condecorada pela SOAMAR, certificada em mergulho avançado, marinheira auxiliar de convés e instrutora de yoga, fluente em italiano e inglês, com sólida atuação em projetos, relatórios, capacitação e organização de eventos.

Maria Cecilia Silva Souza



Geógrafa formada pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde também concluiu o mestrado e o doutorado em Geografia. Sua trajetória acadêmica é marcada pela atuação na área de Geografia Física, com ênfase em ambientes costeiros, processos de erosão, dinâmica da linha de costa, recifes e impactos de atividades humanas, como o turismo náutico. Desenvolve pesquisas com uso de geotecnologias, sensoriamento remoto e análise espacial aplicadas à gestão e ao

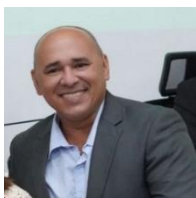


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



monitoramento costeiro, possuindo produção científica vinculada a esses temas e participação em projetos e atividades acadêmicas.

Alexandre dos Santos Souza



Doutor em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/PPGG) na linha de Gestão do Território e Análise Geoambiental. Professor de Geografia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, Campus Areia. Tem experiência na área de Ensino de Geografia com ênfase em Geografia Física, Geociências, Geomorfologia e Educação Ambiental.

Nadja Cecília de Freitas Silva



Graduanda do curso de Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba, é membro do Grupo de Estudo e Pesquisa do Espaço Costeiro (GEPEC), participa do Projeto de Pesquisa intitulado "Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa (PB) à Erosão Costeira". É membro do Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais (LEGAM) da Universidade Federal da Paraíba, no qual desenvolve pesquisas relacionadas ao espaço costeiro. Participa do Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba (PREAMAR), como bolsista na equipe

Sedimentologia.

João Victor Araujo da Silva



Graduando em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é vinculado ao Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais (LEGAM-UFPB) e ao Grupo de Estudos e Pesquisa do Espaço Costeiro (GEPEC-UFPB). Atua como colaborador técnico no Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marinhas da Paraíba (PREAMAR-PB). Desenvolve pesquisas nas áreas de geomorfologia fluvial, sedimentologia e geomorfologia costeira.

Carlos Tadeu Martins da Silva



Profissional com experiência nas áreas de Tecnologia da Informação, Marketing e Comunicação Digital. É Sócio Fundador da Orion Digital, atuando como Gestor de Sistemas de Informação e Gerente de Contas, com foco em soluções digitais, integrações, sistemas e relacionamento com clientes.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



APRESENTAÇÃO

O II Workshop de Erosão Costeira no Nordeste Brasileiro, realizado no Departamento de Geociências da UFPB, teve como temática central a problemática dos “Impactos, Vulnerabilidades e Estratégias de Gestão frente à Erosão Costeira no Nordeste Brasileiro”. O evento fomentou o debate técnico e científico sobre: Processos Erosivos Costeiros; Vulnerabilidades Socioambientais; Políticas Públicas e Planejamento Territorial; Experiências de Gestão e Conservação Costeira e Abordagens Interdisciplinares sobre a Zona Litorânea. Nesta edição, o Workshop consolida-se como um espaço acadêmico e democrático de fortalecimento do debate regional, em prol de soluções integradas para o uso sustentável da zona costeira do Nordeste. O II Workshop de Erosão Costeira no Nordeste Brasileiro reuniu pesquisadores, estudantes e profissionais que contribuíram para o aprofundamento das discussões em torno da erosão costeira e da gestão ambiental no litoral nordestino. Entre os palestrantes, destacaram-se o Prof. Dr. Marcelo dos Santos Chaves, professor do Departamento de Geografia da UFRN; o Prof. Dr. Marcus André Silva, professor do Departamento de Oceanografia da UFPE; o Prof. Dr. Rodolfo José Angulo, geólogo da UFPR; e o Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso, Departamento de Geologia da UFPE.

A costa do Nordeste brasileiro, vital para a economia e o modo de vida regional, enfrenta uma severa crise ambiental: a erosão costeira acelerada. Nas zonas costeiras do Nordeste, tornou-se um cenário comum o registro de infraestruturas e remanescentes de construções sucumbidas ao avanço do mar. Esta problemática é o resultado da convergência de dois fatores principais: o primeiro está diretamente atrelado à elevação do nível dos oceanos em decorrência das mudanças climáticas, o que promove mudanças na linha de costa; o segundo é a expansão da ocupação humana em direção às faixas litorâneas mais vulneráveis, desrespeitando as dinâmicas naturais da zona de interface terra-mar e o planejamento adequado no uso e ocupação do solo. Ambas as formulações atuam de forma sinérgica, intensificando as consequências ambientais, sociais e econômicas.

A erosão costeira é definida como um fenômeno geológico natural resultante do desequilíbrio no balanço sedimentar de uma praia. Em um estado de equilíbrio dinâmico, as praias mantêm sua estabilidade através de um aporte contínuo de sedimentos provenientes de fontes como rios, dunas, falésias e plataformas rochosas. Este material é distribuído e transportado pela ação das ondas, correntes e ventos. Contudo, quando este suprimento natural de sedimentos é interrompido ou drasticamente reduzido — muitas vezes por intervenções antrópicas (como construção de barragens em rios, mineração de areia e urbanização) ou por fatores climáticos extremos —, gera-se um déficit sedimentar. Este déficit é a causa direta do recuo da linha costeira e da consequente perda de praia.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



O II Workshop de Erosão Costeira no Nordeste Brasileiro surge como um espaço crucial para o aprofundamento do conhecimento e a busca por soluções eficazes e sustentáveis. A realização deste evento não apenas estimula a pesquisa aplicada e a transferência de tecnologia, mas também se alinha diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), configurando-se como uma ação de cumprimento de metas globais.

A relevância do Workshop é também destacada pelo seu alinhamento com os seguintes ODS:

- ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima): Fomentando a pesquisa e o desenvolvimento de estratégias de adaptação e resiliência costeira frente aos impactos do aumento do nível do mar e da intensificação de eventos climáticos extremos.
- ODS 14 (Vida Debaixo d'Água): Promovendo o manejo sustentável dos ecossistemas marinhos e costeiros, visando a conservação da biodiversidade e a minimização dos impactos da erosão sobre *habitats* críticos (restingas e manguezais).
- ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis): Ao abordar a vulnerabilidade da infraestrutura costeira e a necessidade de planejamento territorial adequado, o evento contribui para tornar as cidades e assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, em particular nas zonas de alto risco do litoral nordestino.

Os anais do II Workshop de Erosão Costeira consolidam o conhecimento e as discussões que buscam transformar a compreensão do problema em ações concretas de gestão costeira integrada. O evento reforça o papel da UFPB e da comunidade científica nordestina na vanguarda da sustentabilidade e da resiliência climática.

Dr. Alexandre dos Santos Souza

Professor IFPB



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



SUMÁRIO

CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA COSTEIRA NA PRAIA DA PENHA (PB) COM SUPORTE DO SMC-BRASIL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA.....	16
Deividy Kaik de Lima Araujo ^{1*} ; Maria Cecília Souza ² , Celso Augusto Guimarães Santos ³	16
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA PAISAGEM ANTROPIZADA DA PRAIA DO FORTE EM BAÍA DA TRAIÇÃO - PARAÍBA, BRASIL.....	26
Alexandre dos Santos Souza ^{1*} ; Larissa Fernandes de Lavor ²	26
VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA E IMPACTOS DO ATERRO HIDRÁULICO NA PRAIA DE PONTA NEGRA, NATAL/RN.....	34
Caio Víctor Macêdo Pereira ¹ ; Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa ² ; Bárbara Hillary de Almeida Pinto ³ ; Joyce Clara Vieira Ferreira ⁴ ; Carlos Wilmer Costa ⁵	34
IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE BAÍA DA TRAIÇÃO – PARAÍBA, BRASIL.....	42
Diandra Soares de Araujo ^{1*} ; Christianne Maria da Silva Moura ²	42
TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA DAS PRAIAS DO LITORAL DO ESTADO DA PARAÍBA.....	50
Jefferson da Costa Silva ^{1*} ; Nadja Cecília de Freitas Silva ² ; José Charriere Gomes Pereira ³ ; Christianne Maria da Silva Moura ⁴	50
FORMAÇÃO E DINÂMICA SEDIMENTAR DO PONTAL DE TAMBAÚ, JOÃO PESSOA – PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL.....	58
Larissa Fernandes de Lavor ^{1*} ; Marcus André Silva ² ; Moacyr Cunha de Araújo Filho ³ ; Christianne Maria da Silva Moura ⁴ ; Alexandre dos Santos Souza ⁵ ; Cláudio Dibas da Natividade ⁶ ; Karina Massei ⁷ ; Carlos Alberto C. Soares ⁸ ; Marcos Saboya ⁹ ; Nadja Cecília de Freitas Silva ¹⁰ ; João Victor Araújo da Silva ¹¹ ; Vinícius Ferreira de Lima ¹²	58



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO LITORAL DA PARAÍBA: MONITORAMENTO PARTICIPATIVO VIA SISFAUMAR-PB.....	67
Maria Jackelyne Lima de Aguiar ^{1*} ; Karina Massei ² ; Jéssica Joseane Viana de Vasconcelos ³ ; Margarida Alcoforado Furquim Lins ⁴ ; Wendy Jennifer Parker Mendonça ⁵	67
QUANTIFICAÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS RESULTANTE DO ATERRO HIDRÁULICO DA PRAIA DE PONTA NEGRA, NATAL/RN	74
Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa ^{1*} ; Caio Víctor Macêdo Pereira ² ; Bárbara Hillary de Almeida Pinto ³ ; Joyce Clara Vieira Ferreira ⁴ ; Carlos Wilmer Costa ⁵	74
GRAU DE VULNERABILIDADE DE UM TRECHO DO LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA (PB) À EROSÃO COSTEIRA	83
Nadja Cecília de Freitas Silva ^{1*} ; Christianne Maria da Silva Moura ² ; João Victor Araújo da Silva ³	83
ANÁLISE FÍSICA E A NECESSIDADE DE PLANEJAMENTO PARA O BANCO DE AREIA DO PARQUE ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PEMAV)	92
Raoni da Costa Lima ^{1*} ; Maria Cecília Silva Souza ² ; Karina Massei ³ ; Pedro Costa ⁴	92
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DA DUNA DA PRAIA DE GENIPABU, MUNICÍPIO DE EXTREMOZ – RN	100
Thais Menezes Lopes ¹ ; Alisson Medeiros de Oliveira ²	100
VULNERABILIDADES E PESCA NA LAGOA DE ARARUAMA (RJ): APRENDIZADO METODOLÓGICOS E COMPARATIVOS PARA A GESTÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO	109
Clara Correia Vieira ^{1*} ; Maria Isabela Lauvres ²	109
IMPACTOS, VULNERABILIDADE E A ADAPTAÇÃO NO AMBIENTE DE MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DO RIO CURIMATAÚ-CUNHAÚ, BAÍA FORMOSA E CANGUARETAMA (RN)	116
Francicélio Mendonça da Silva ^{1*} ; Fabrícia Silva Araújo ² ; Geilson Silva Pereira ³ ; Jefferson da Costa Silva ⁴ ; Márcio Balbino Cavalcante ⁵ ; Maykon Targino da Silva ⁶	116



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



USO DE GEOINDICADORES NA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE A EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS URBANAS DE MACEIÓ, ALAGOAS	124
João Pedro Luiz Santos da Silva ^{1*} ; Bruno Ferreira ²	124
VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE LUCENA (PB), BRASIL.....	132
José Charriere Gomes Pereira ¹ ; Christianne Maria da Silva Moura ²	132
GEOINDICADORES DE EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DE CANDEIAS (PE): CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA	141
Yasmin Fernanda Reis de Oliveira Freitas ^{1*} ; Osvaldo Girão ²	141
ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL E TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA EM CONTEXTO DE EXPANSÃO TURÍSTICA: O CASO DO POLO TURÍSTICO CABO BRANCO	150
João Victor Araújo da Silva ¹ ; Nadja Cecília de Freitas Silva ² ; Christianne Maria da Silva Moura ³	150



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA COSTEIRA NA PRAIA DA PENHA (PB) COM SUPORTE DO SMC-BRASIL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA

Deividy Kaik de Lima Araujo^{1*}; Maria Cecília Souza², Celso Augusto Guimarães Santos³

¹UFPB, <https://orcid.org/0009-0009-4638-9844>, deividy.araujo@academico.ufpb.br,
<http://lattes.cnpq.br/2765488705559223>; ²UFPB <https://orcid.org/0000-0001-6138-3680>,
ceciliasilvalegat@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/0692651136501319>; ³UFPB, <https://orcid.org/0000-0001-7927-9718>, celso.santos@academico.ufpb.br, <http://lattes.cnpq.br/4223859537570442>.

*Autor correspondente: deividy.araujo@academico.ufpb.br

RESUMO: Este estudo caracteriza a dinâmica costeira da Praia da Penha (PB), uma praia urbana de alta complexidade, influenciada por transporte sedimentar, recifes e intervenções antrópicas. Empregando o Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), a pesquisa integra dados do clima de ondas offshore (Ponto DOW) com a hidrodinâmica local em três pontos costeiros estratégicos. O clima de ondas regional é dominado por ondas de Leste-Sudeste, com Hs em DOW tipicamente entre 1.0 e 2.0 m e períodos de pico de 5 a 8 s, mantendo essa direcionalidade consistentemente. Mapas de correntes revelam padrões heterogêneos, com velocidades de até 1.0 m/s. As projeções de retrocesso da linha de costa, indicam uma diferença na escala dos dados, os impactos costeiros partem de dois cenários, um de maior elevação do nível do mar RCP 8.5 (3,5,7,9) que resultam em distribuições deslocadas para retrocessos mais intensos, enquanto os cenários mais otimistas, e RCP 4.5 (2,4,6,8) indicam recuos menores. Contudo, há um notável aumento da incerteza, com as faixas de projeção expandindo em aproximadamente 0.5 m, ressaltando a variabilidade futura. Os resultados são cruciais para o manejo costeiro baseado em simulações de dados.

Palavras-chave: Evolução Costeira. Modelagem hidrodinâmica. Mudanças Climáticas.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica costeira é um sistema complexo e multifacetado, governado pela interação sinérgica de processos físicos como a propagação de ondas, correntes marinhas, ciclos de marés e o transporte de sedimentos. A compreensão aprofundada desses processos é fundamental para a gestão costeira sustentável, permitindo a mitigação de impactos decorrentes de processos erosivos e eventos de inundação (Silva et al., 2022). Estudos recentes na região costeira do Nordeste brasileiro revelam a predominância de ondas com direção de leste-sudeste (ESE a SE), caracterizadas por alturas significativas (Hs) que variam entre 1,0 e 1,5 metros e períodos de pico (Tp) entre 5 e 8 segundos (Rodrigues et al., 2017; Silva et al., 2022).

O SMC-Brasil constitui um software, integrando dados de reanálise, análises estatísticas e modelagem hidrodinâmica para simular de forma abrangente o clima de ondas, o transporte de



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



sedimentos e as projeções de evolução da linha de costa (UFSC, 2025). Sua eficácia tem sido comprovada em diversas aplicações em praias brasileiras. Por exemplo, trabalhos como Pereira et al. (2019) na Praia do Forte (BA) e Santos & Costa (2020) no litoral de Aracaju (SE) demonstraram a capacidade do modelo em diagnosticar zonas de convergência sedimentar e avaliar a vulnerabilidade costeira a processos erosivos, especialmente aqueles associados a eventos extremos.

A Praia da Penha, localizada em João Pessoa (PB), apresenta uma complexidade geológica e morfodinâmica particular. Sua configuração é influenciada pelo transporte longitudinal de sedimentos e pela presença de recifes costeiros, os quais, em conjunto com os processos de sedimentação e erosão, desempenham um papel crucial na moldagem da morfologia praial (Silva, 2009). A presença marcante desses recifes costeiros na área é um fator chave, uma vez que eles interagem diretamente com a hidrodinâmica local, influenciando os padrões de onda e corrente, e consequentemente, a dinâmica sedimentar.

Diante deste cenário, o presente estudo propõe uma caracterização integrada da dinâmica costeira da Praia da Penha (PB). Essa caracterização será realizada mediante a análise de parâmetros hidrodinâmicos essenciais, incluindo a direção predominante das ondas, as principais correntes costeiras, o fluxo de energia associado e o transporte sedimentar, culminando em projeções morfodinâmicas da linha de costa. Para tal, será empregado o SMC-Brasil, utilizando como insumo dados do ponto DOW (*Downscaled Ocean Waves*) para as simulações iniciais. Adicionalmente, dados de três pontos estratégicos ao longo da costa serão incorporados para capturar a variabilidade hidrodinâmica e sedimentar no setor estudado, garantindo uma análise espacialmente representativa.

Esta abordagem sistêmica possui relevância científica e prática ao fornecer subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes no gerenciamento costeiro. Ao embasar as intervenções em evidências técnico-científicas robustas, o estudo contribuirá significativamente para a sustentabilidade ambiental da faixa litorânea da Penha (PB), promovendo o uso racional dos recursos costeiros e a resiliência frente às mudanças climáticas.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa emprega uma abordagem quantitativa por meio de modelagem numérica com o Sistema de Modelagem Costeira – SMC-Brasil, ferramenta consolidada para análise de clima de ondas, correntes e transporte sedimentar em ambientes costeiros brasileiros (Silva et al., 2022; Prudêncio, 2019). Inicialmente, foram coletados dados do clima de ondas offshore diretamente do ponto de referência (DOW), integrante da base de dados do SMC-Brasil, o que permitiu caracterizar o regime médio e extremo de ondas em águas profundas da região de estudo (Silva et al., 2022; Rodrigues, 2019).

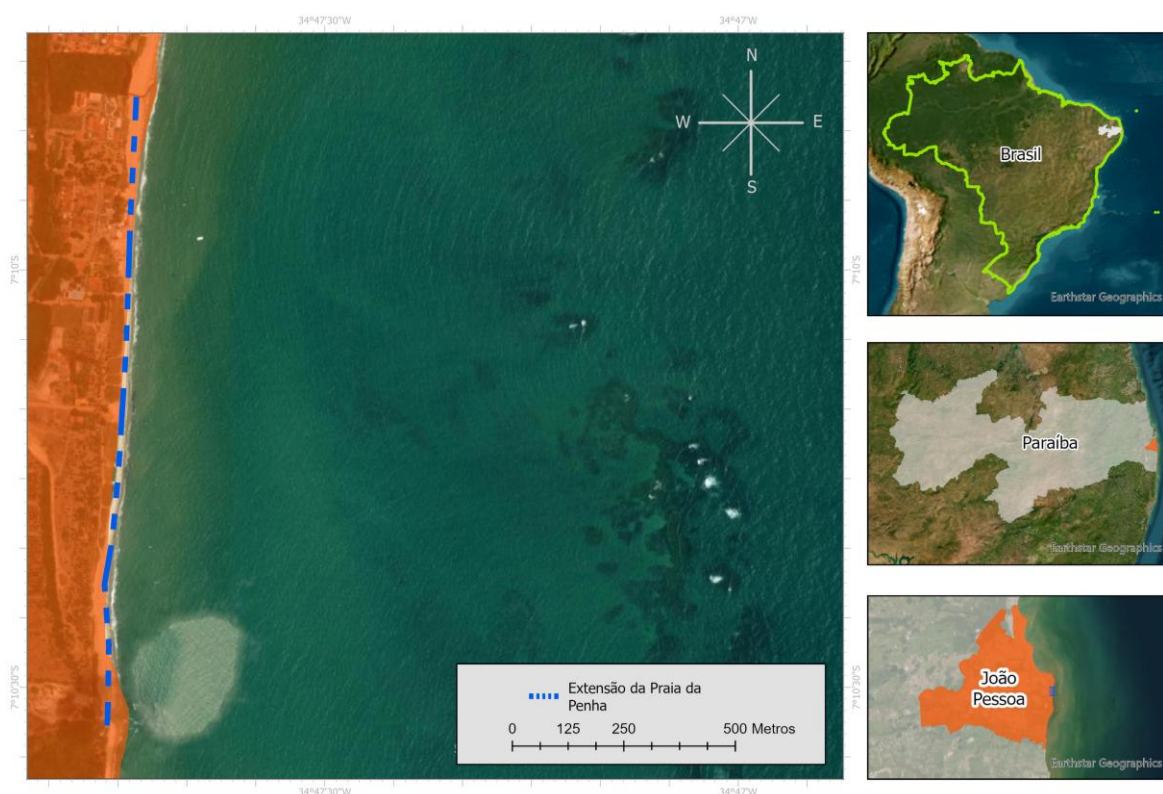


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A delimitação da faixa costeira da Praia da Penha (Figura 01) foi realizada por meio da interpretação visual de imagens de alta resolução do Google Earth, permitindo identificar o contorno da linha de costa e definir os três pontos costeiros estratégicos ao longo da praia. Essa abordagem garante precisão espacial, especialmente considerando a topografia costeira complexa da região (Silva, 2009).

Figura 1. Delimitação da faixa costeira da Praia da Penha.



Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do IBGE e imagens do ArcGIS Pro (Esri).

No SMC-Brasil, foram conduzidas simulações por meio de três módulos específicos. No módulo de clima de ondas, avaliou-se a altura significativa, o período de pico e a direção predominante das ondas, tanto para condições médias quanto extremas.

As ferramentas do SMC-Brasil podem ser divididas em duas: SMC - Tools - permite realizar todos os trabalhos do pré-processamento (coleta de dados, análise e caracterização de dados, seleção de caso de onda etc.) (González, 2018). Está estruturado em três submódulos: IH-DATA, que é o banco de dados que contém batimetria e climas de onda, o IH-AMEVA, que é a Ferramenta de análise estatística ambiental e o IH-DYNAMICS que permite realizar a transferência de uma série de ondas a partir de profundidades indefinidas para pontos na costa (Lucena, 2025). Já o SMC 3.0 permite relacionar os



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



modelos aos dados e o processamento deles. Para as projeções de evolução da linha de costa, foram estimados com base em cenários futuros, com foco em três anos 2070, 2100 e 2108, conforme tabela 1.

Tabela 1. Dinâmica dos Cenários

Cenário	Ano	Dinâmica	Fonte
1	2108	Extrapolção	CHURCH et al. (2004)
2	2070	Global RCP 4.5	IPCC (2014) – AR5
3	2070	Global RCP 8.5	IPCC (2014) – AR5
4	2070	Regional RCP 4.5	SLANGEN et al. (2014)
5	2070	Regional RCP 8.5	SLANGEN et al. (2014)
6	2100	Global RCP 4.5	IPCC (2014) – AR5
7	2100	Global RCP 8.5	IPCC (2014) – AR5
8	2100	Regional RCP 4.5	SLANGEN et al. (2014)
9	2100	Regional RCP 8.5	SLANGEN et al. (2014)

Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do SMC (Brasil).

A análise dos resultados considerou comparações entre os quatro pontos definidos (DOW e três pontos costeiros), permitindo verificar variações espaço-temporais nos padrões de energia, circulação e transporte. Os resultados modelados foram interpretados à luz de estudos recentes sobre a dinâmica costeira da Paraíba, a fim de validar os resultados e contextualizar eventuais impactos associados à urbanização e vulnerabilidade ambiental local (Reis et al., 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 expõe diversos gráficos. A análise da série temporal (Gráfico A) e da distribuição de Gumbel (Gráfico B) da altura de onda significativa (H_s) no Ponto DOW revela ampla variabilidade e uma probabilidade crescente de ocorrência de ondas mais altas. As rosas direcionais de H_s (Gráfico C) e período de pico (T_p) (Gráfico D) indicam uma clara predominância de ondas provenientes do Leste-Sudeste (ESE), com H_s frequentemente entre 1,0 m e 1,5 m e T_p entre 8 e 12 segundos, sublinhando a importância da agitação de leste no regime energético local.

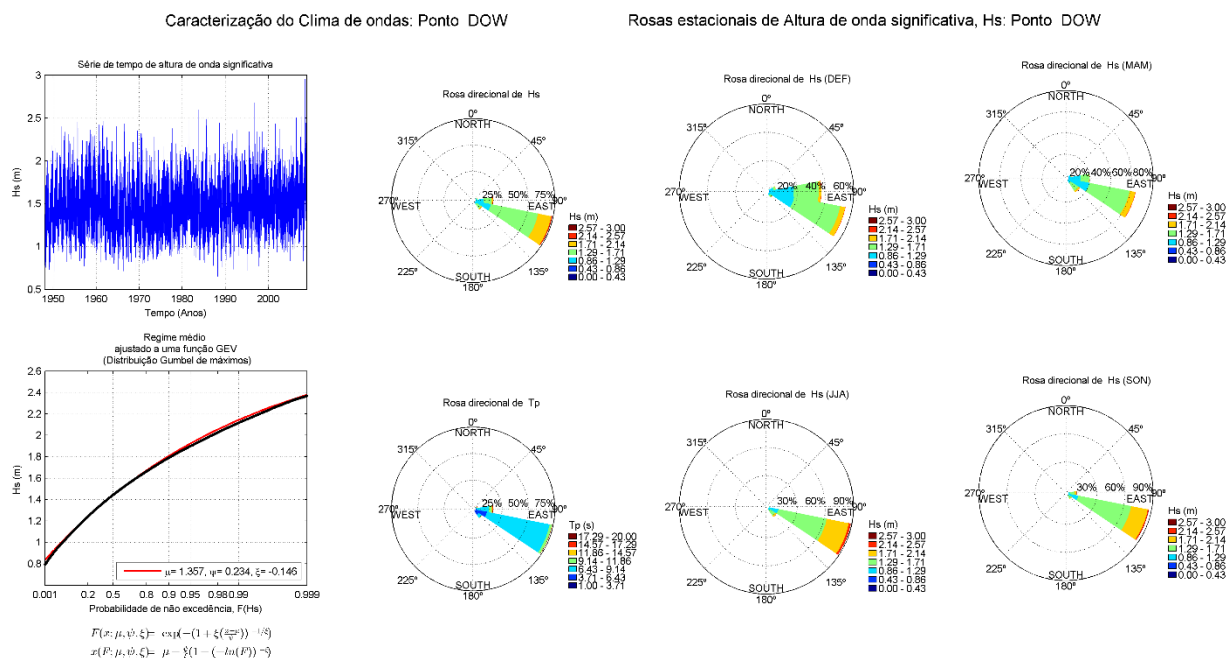
As análises sazonais de H_s (Gráficos E, F, G e H) demonstram a persistência da direção ESE ao longo do ano, com variações sutis na altura e dispersão das ondas. O inverno (Gráfico F) mostra uma forte concentração de ondas de leste, enquanto o verão (Gráfico E) apresenta maior incidência de ondas entre 1,0-1,5 m. Essa constante influência energética do ESE e as variações sazonais implicam em ciclos de erosão e acreção, essenciais para a compreensão e gestão da dinâmica costeira da Praia da Penha.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 2. Clima de ondas ponto DOW.



Na figura 3 ilustra a distribuição espacial das magnitudes e direção das correntes marinhas na área de estudo, com magnitudes variando aproximadamente de 0.0 m/s a 1.0 m/s, conforme escala colorimétrica. Podemos analisar que predominam correntes estáveis atingindo valores entre 0.01 m/s e 0.15 m/s. Em contraste, na região onde há presença de ambientes recifais observamos uma interação que modifica a magnitude intensificando sua velocidade, nessas áreas observamos valores entre 0,1 m/s e 0,19 m/s.

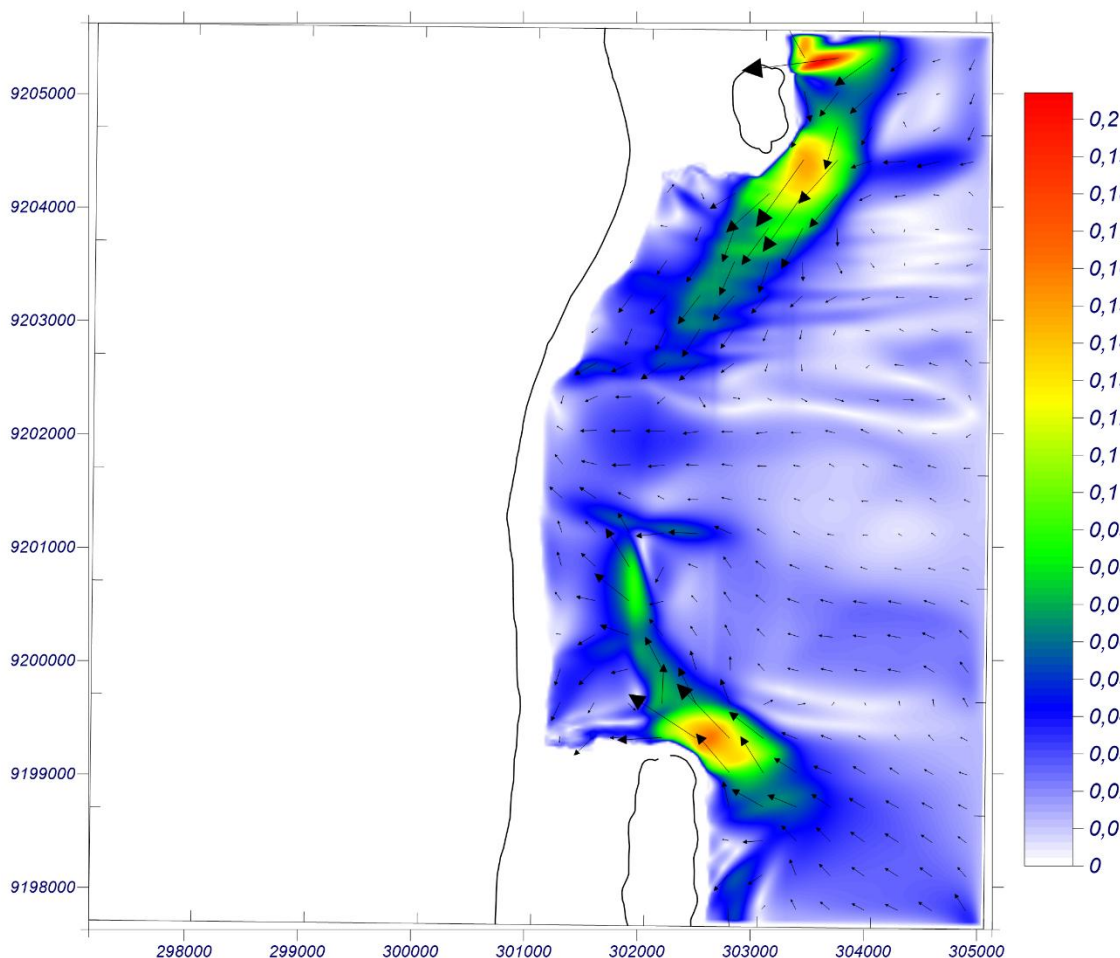
As setas revelam as principais direções de ondas, e sua velocidade atrelada ao tamanho das setas, logo onde observa-se ondas com maior magnitude observa-se ondas com maior velocidade em determinada direção. Aqui observamos correntes vindas de Sudeste e leste, as correntes vindas de nordeste são produtos de uma refração de ondas que acontece ao encontrar com o ambiente recifal ao norte do mapa. Ao observarmos a intensificação de correntes de sudeste, pelo processo de difração de ondas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 3. Magnitude e direção das correntes marinhas.



Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do SMC (Brasil).

A Figura 4 apresenta a análise espaço-temporal do Fluxo Médio de Energia (FME) em três pontos de controle na região costeira estudada. Nela podemos observar os gráficos de evolução e (B), (C) e (D) ilustram a evolução temporal do FME nos pontos de controle poi01, poi02 e poi03, respectivamente, com valores representativos do período entre 1950 e 2005.

No ponto poi01 (subfigura B), o FME variou de aproximadamente 1940 W/m² (mínimo) a 2350 W/m² (máximo), com uma média de cerca de 2130 W/m². A direção média anual variou entre 110° e 115°, indicando relativa estabilidade na direção do fluxo ao longo das décadas. No ponto poi02 (subfigura C), os valores de FME oscilaram entre 1850 W/m² e 2100 W/m², com média em torno de 1990 W/m². A direção do fluxo neste ponto apresentou maior variabilidade, variando de 105° a 112°, com uma tendência de alinhamento mais meridional nos últimos anos da série. Por fim, no ponto poi03 (subfigura D), registrou-se os menores valores de FME entre os três pontos, com variações de 1700 W/m² a 1950

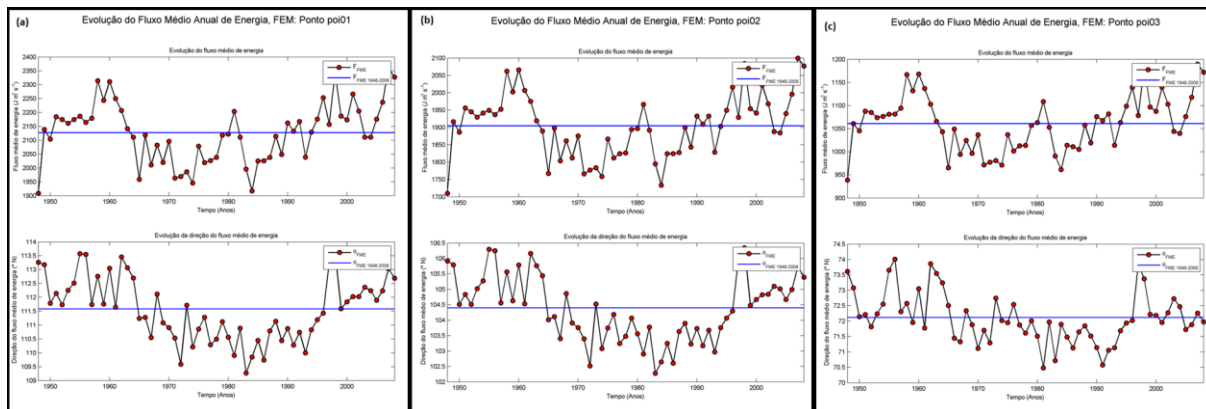


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



W/m^2 , e média próxima de $1830 W/m^2$. A direção do fluxo variou de 71° a 75° , com uma leve tendência de aumento ao longo do tempo.

Figura 4. Distribuição espacial do fluxo de energia.



Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do SMC (Brasil).

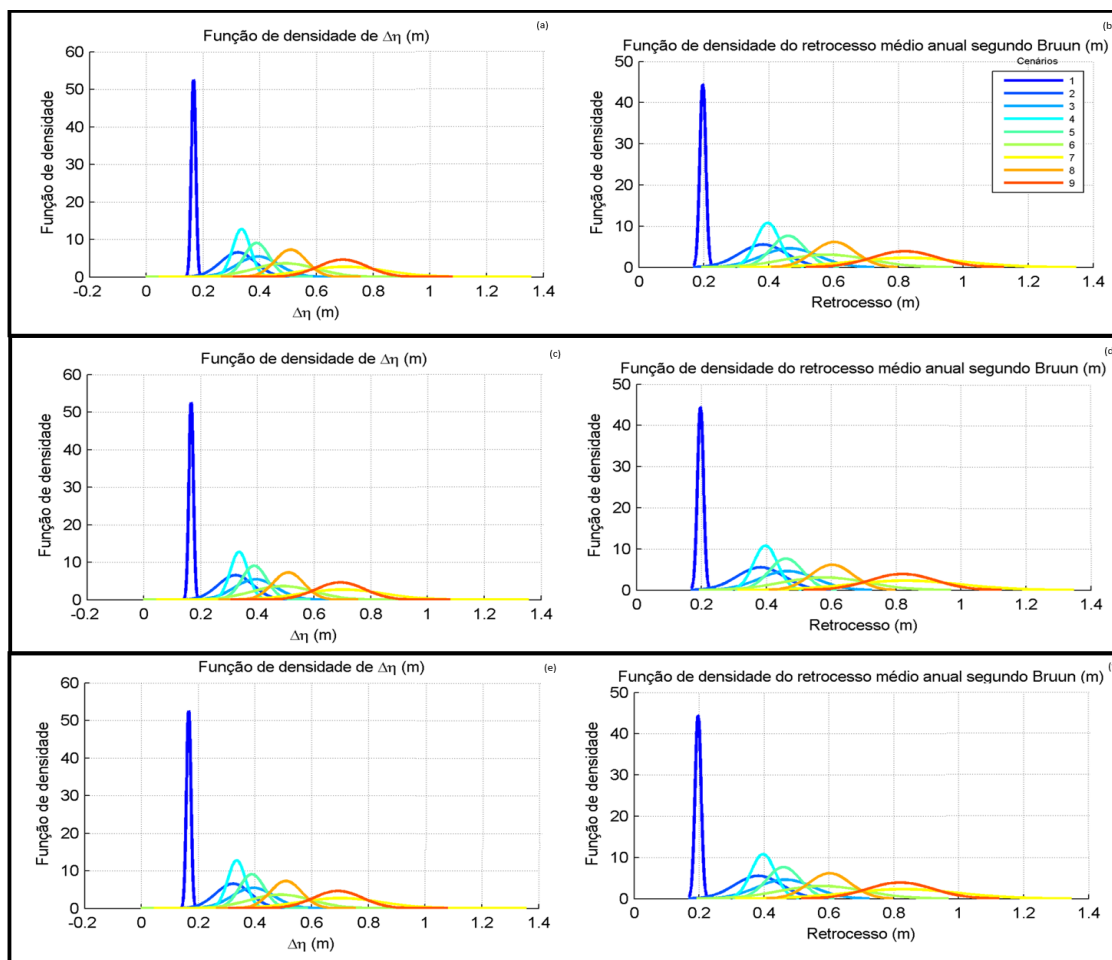
A Figura 5 dispõe, os gráficos dos cenários de projeção, relacionando a função de densidade de $\Delta\eta$ (Figura 5 a, c, e), com a distribuição da taxa de retrocesso da linha de costa (erosão) calculada pelo modelo de Bruun (Figura 5 b, d, f), a partir da variação do nível do mar. Cada curva colorida representa um cenário específico, conforme descrito anteriormente na tabela de cenários (Extrapolação, Global RCP 4.5, Global RCP 8.5 e versões regionais).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 5. Projeções do retrocesso da linha de costa.



Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do SMC (Brasil).

Nos Gráficos da figura 5 (a, c, e) o eixo X está representando a variação projetada do nível do mar ($\Delta\eta$), enquanto o eixo Y mostra a função densidade de probabilidade, que indica a frequência relativa de ocorrência desses valores dentro de cada cenário. Dessa forma, quanto mais alta a curva em determinado ponto, maior a probabilidade de que aquela elevação ocorra naquele cenário.

O Cenário 1 (extrapolação) apresenta uma distribuição mais concentrada em valores próximos de 0,18 m, com baixa dispersão, indicando menor elevação projetada. Os cenários globais (2, 3, 6 e 7) e os cenários regionais (4, 5, 8 e 9) apresentam distribuições mais largas, com picos de densidade entre 0,3 m e 0,7 m, sugerindo maior incerteza associada às projeções. Cenários mais críticos (RCP 8.5, globais e regionais) mostram densidade deslocada para valores mais altos de $\Delta\eta$ (0,6–0,8 m), refletindo a possibilidade de elevações mais expressivas no nível do mar.

Já nos gráficos da figura 5, (b, d, f) Representam a função densidade de probabilidade do retrocesso médio anual da linha de costa, calculado a partir da regra de Bruun (método clássico que



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



relaciona elevação do nível do mar com recuo costeiro). O eixo X mostra o retrocesso médio anual da linha de costa (em metros/ano) e o eixo Y a densidade de probabilidade. A forma das curvas é muito semelhante ao gráfico da esquerda, porque o retrocesso foi derivado diretamente da variação do nível do mar ($\Delta\eta$). A diferença está na escala: aqui vemos impactos costeiros traduzidos em recuo da linha de praia. Cenários de maior elevação do nível do mar RCP 8.5 (3,5,7,9) resultam em distribuições deslocadas para retrocessos mais intensos, enquanto cenários mais conservadores extrapolação (1), RCP 4.5 (2,4,6,8) indicam recuos menores. Esses resultados fornecem uma base quantitativa crucial para a compreensão da hidrodinâmica local e sua implicação em processos de transporte e mistura na coluna d'água.

4 CONCLUSÃO

Em suma, este estudo forneceu uma caracterização integrada e quantitativa da dinâmica costeira da Praia da Penha, João Pessoa (PB), empregando o sistema de modelagem numérica SMC-Brasil. Os resultados confirmaram o domínio regional das ondas de Leste-Sudeste, com padrões complexos e espacialmente variáveis de correntes e fluxo de energia na zona costeira, intrinsecamente relacionados à batimetria local. Crucialmente, os retrocessos da linha de costa para o século XXI, avaliados em múltiplos cenários. Contudo, evidenciou-se um aumento acentuado e consistente na incerteza das previsões futuras, refletido na expansão da faixa de possíveis cenários.

Assim, o trabalho oferece subsídios técnico-científicos para o planejamento de intervenções e políticas públicas na Praia da Penha, visando a mitigação da erosão costeira e a promoção da sustentabilidade ambiental frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

FURRIER, M.; SILVA BARBOSA, T. Geomorphology of João Pessoa municipality and its anthropogenic and environmental aspects. **Journal of Urban and Environmental Engineering (JUEE)**, v. 10, n. 2, p. 242–253, 2016. DOI: 10.4090/juee.2016.v10n2.242-253.

PRUDÊNCIO, Matheus da Cunha. **Análise da evolução costeira para as praias de Muriú e Jacumã, litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, por meio do DSAS e SMC-Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. rbgeomorfologia.org.br

REIS, Christianne M. M. et al. **Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa (PB) à erosão costeira**. Estudos Geológicos, UFPE, 2021.

RODRIGUES, T. K. et al. **Impacto das Mudanças Climáticas na Zona Costeira do Município de Aracaju–SE: Estudo de Caso Utilizando o SMC (Sistema de Modelagem Costeira)**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



SILVA, C. S. V. da. **Dinâmica costeira e a trama complexa entre natureza e sociedade nas praias da Penha e do Seixas-PB.** 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SILVA, I. R. Reimão et al. Modelagens de clima de ondas e transporte sedimentar utilizando o SMC-Brasil: aplicações para a Praia do Forte, litoral norte do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 2022.

SILVA, I. R.; GUIMARÃES, J. K.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; RODRIGUES, T. K.; FERNANDINO, G. Modelagens de Clima de Ondas e Transporte Sedimentar utilizando o SMC-Brasil: aplicações para a Praia do Forte, litoral norte do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **SMC-Brasil: ferramenta computacional para modelagem costeira.** Florianópolis: UFSC, 2025.

PEREIRA, J. S., MEDEIROS, P. S., & LIMA, J. L. (2019). Análise da dinâmica sedimentar na Praia do Forte (BA) utilizando o modelo SMC-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 12(4), 1145-1158.

RODRIGUES, F. B., ALMEIDA, L. P., & COSTA, M. M. (2017). Caracterização do clima de ondas no litoral nordestino e sua influência no transporte sedimentar. **Ocean & Coastal Research**, 65(3), 256-268.

SANTOS, R. L., & COSTA, S. M. (2020). Vulnerabilidade à erosão costeira no litoral de Aracaju (SE) através de modelagem numérica. **Geografia em Perspectiva**, 13(2), 189-204.

SILVA, A. C. (2009). **Morfodinâmica da Praia da Penha, João Pessoa (PB): Um estudo integrado.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba.

SILVA, M. F., PEREIRA, L. R., & SOUSA, C. N. (2022). Modelagem numérica de transporte sedimentar e evolução da linha de costa: Aplicações no Nordeste do Brasil. **Cadernos de Geografia**, 32(2), 401-415. UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina). (2025). **Manual do Usuário SMC-Brasil.**



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA PAISAGEM ANTROPORIZADA DA PRAIA DO FORTE EM BAÍA DA TRAIÇÃO - PARAÍBA, BRASIL

Alexandre dos Santos Souza^{1*}; Larissa Fernandes de Lavor²

¹ Instituto Federal da Paraíba, <https://orcid.org/0000-0003-4670-0734>, alexandre-souza.as@ifpb.edu.br,
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4337022P6>;

² Instituto Federal da Paraíba, <https://orcid.org/0000-0001-7607-440X>, larissa.lavor@ifpb.edu,
<http://lattes.cnpq.br/1326320490803618>.

*Autor correspondente: alexandre-souza.as@ifpb.edu.br

RESUMO: O presente estudo de caracterização e percepção geoambiental em zona costeira visa demonstrar como as intervenções antrópicas, atreladas à suscetibilidade natural, agravam a vulnerabilidade, ocasionando impactos socioambientais severos. Neste estudo de caso, são apresentadas evidências de como as causas e as consequências que degradam a paisagem muitas vezes não são, ou não foram previstas nem devidamente consideradas nas formas de ocupação da orla costeira da Praia do Forte, no município de Baía da Traição. Esse fato, inevitavelmente, tem agravado as possibilidades de implementação de planos de gerenciamento, ordenamento, reordenamento e conservação da paisagem. O estudo está fundamentado em referencial teórico-científico, registros fotográficos, relatos jornalísticos, imagens aéreas e trabalho de campo. Neste caso particular, observou-se que, nos últimos anos, ocorreram problemas ambientais típicos de praias cuja ocupação urbana se deu em detrimento das condições naturais adequadas de manutenção do espaço da praia e pós-praia. Esse cenário ocasionou a supressão da vegetação nativa, a intensificação da erosão costeira e a adoção de formas antrópicas inadequadas de mitigação e ocupação irregular da linha de costa.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Impactos socioambientais. Ocupação irregular.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o litoral brasileiro tem sido reconhecido como espaço propício para ocupação humana. O interesse socioeconômico pelas potencialidades da zona costeira é crescente e requer a implicação de normatização e regulamentação do uso e ocupação desses espaços, os quais, têm sofrido forte especulação sobre o custo-benefício no que tange construção de moradia e infraestrutura para turismo, exploração dos recursos naturais, preservação e conservação dos ecossistemas e implementação de medidas mitigadoras que envolvem a degradação da paisagem Souza (2022).

Trabalhos realizados por Souza e Furrier (2015) e Furrier, Souza e Lavor (2017), demonstram o quanto formas de ocupação e intervenção antrópica nas faixas litorâneas carecem planejamento técnico e científico que permitam mitigar e/ou evitar que estes ambientes sejam impactados negativamente por ações que interferem nas naturais e consequentemente possa agravar a vulnerabilidade ocasionando impactos socioambientais severos.

No presente estudo, observa-se que a zona costeira da praia do Forte em Baía da Traição, litoral Norte da Paraíba, apresenta características de um padrão de ocupação antrópica que ocasionou o



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



agravamento das condições de vulnerabilidade com impactos socioambientais severos. Tal problemática é comprovada pelas atuais condições de degradação da paisagem e pela ausência de planejamento técnico nos planos de ocupação do território. As zonas costeiras representam áreas nas quais ocorrem intensas trocas de matéria e energia da crosta terrestre. De acordo com Souza e Suguio (2003), o expressivo incremento populacional nessas regiões é uma consequência direta do desenvolvimento econômico, sendo fundamental, a implementação de ações que garantam o desenvolvimento sustentável nessas áreas.

A erosão costeira é um fenômeno de natureza global, que se intensificou ao longo do tempo em decorrências da forma como as atividades antrópicas passaram a interferir no balanço natural de aporte e transporte de sedimentos terra/mar e vice-versa. Barramentos e desvios de rios; a urbanização e impermeabilização do solo das orlas praias; construção de estruturas rígidas (muros de arrimo, gabiões, diques), degradação de manguezais, entre outros estão entre as principais causas (Muehe, 2006). O uso e a ocupação do solo das zonas costeiras, a poluição dos oceanos, sobretudo pela expansão urbano-industrial e turismo, produz alterações significativas no meio ambiente, muitas delas, com impactos ambientais negativos, difíceis de mitigar e até irreversíveis. Tal problemática tem sido observada em muitos lugares do litoral Brasileiro e mundial (Salm, Clark e Siirila, 2000) e requer de gestores e sociedades que habitam nesses espaços esforços para manutenção da qualidade da geodiversidade que caracteriza estes ambientes.

Souza (2009, p. 17) afirma que “Um dos principais problemas da zona costeira em todo o mundo é a erosão costeira.”, destacando que existem praias em todo o litoral brasileiro onde o processo é bastante severo, requerendo medidas de recuperação ou contenção, destacando que, em muitos casos, as políticas de planejamento e ordenamento territorial para a gestão costeira não consideram o aspecto multidisciplinar técnico-científico adequado para a implantação de obras de engenharia costeira, resultando na aceleração da erosão e da degradação ambiental.

Tessler & Goya (2005) e Souza (2022) demonstram as consequências da implantação de obras com infraestrutura rígida inadequada nas zonas costeiras, causando retenção de sedimento em alguns trechos e aumento da erosão em áreas adjacentes. A ocupação de parte significativa da zona costeira do município de Baía da Traição - como em outros lugares do Brasil - foi realizada de forma desordenada, sem planejamento urbano-paisagístico e ambiental, com construções em áreas de dunas, em trechos estreitos de cordões litorâneos, na linha de formação de bermas e modificações na rede de drenagem, fatos que resultaram na intensificação dos danos causados pela abrasão das ondas, erosão costeira, degradação estética da paisagem e prejuízos socioeconômicos. Tal problemática tende a se agravar com as projeções de elevação do nível dos oceanos e exige urgência no planejamento estratégico das áreas litorâneas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Neste estudo de caso particular, destaca-se que a maior parte dos problemas socioambientais da zona costeira de Baía da Traição está atrelado ao uso e ocupação do solo de ambientes de extrema susceptibilidade e bastante vulneráveis (BRASIL. MPF, 2024). Neste sentido, reforçamos a necessidade do planejamento geoambiental a partir de conhecimentos técnicos e científicos multidisciplinares que estejam alinhados com normas legais que garantam a sustentabilidade socioambiental.

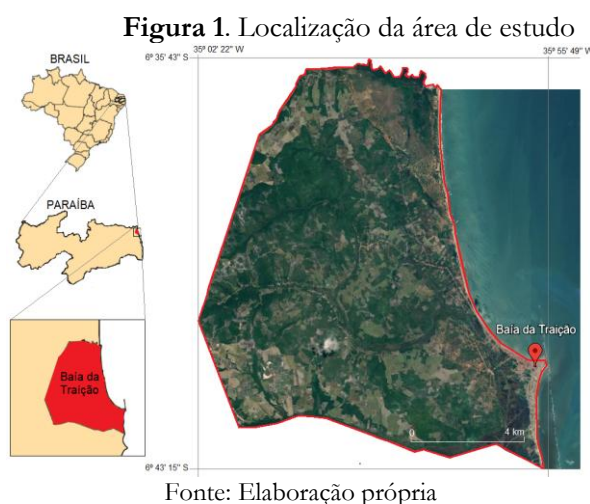
METODOLOGIA

Neste estudo de caso, a seleção da Praia do Forte (Baía da Traição) foi determinada por critérios de criticidade, notadamente: 1) A alta concentração de ocupação antrópica em áreas de elevada susceptibilidade (falésias e planície litorânea estreita); e 2) O registro de perdas de infraestrutura cível em mídias especializadas. Para a correlação dos dados, a metodologia de Libault (1971) foi aplicada através de uma análise espaço-temporal integrada. Imagens de satélite e dados geológicos/geomorfológicos (literatura) definiram as áreas de maior vulnerabilidade; os registros fotográficos (autorais e jornalísticos) foram correlacionados a essas unidades, comprovando a inadequação da ocupação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos geográficos

O município de Baía da Traição está localizado entre as Latitudes 6° 35' S - 6° 43' S e Longitudes 35° 02' W - 35° 55' W integra parte do litoral norte do Estado da Paraíba na Região Geográfica Intermediária de João Pessoa e na Região Geográfica Imediata de Mamanguape – Rio Tinto. Os municípios limítrofes são: Marcação ao sul; Mataraca ao norte; Rio Tinto a oeste. Já a porção leste é banhada pelo Oceano Atlântico (Figura 1).





II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A área territorial é de 102,756 km² com a zona urbana (menor parcela do território) projetada predominantemente na faixa litorânea. Apenas 11,6% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado. O percentual de arborização da área urbana é baixo 38,9% e, os equipamentos adequados para áreas urbanas como: calçadas, bueiros, meio-fio e pavimentação contemplam apenas 5,7% de domicílios urbanos. A população residente é de 9.224 pessoas e a densidade demográfica é de 89,77 hab/km². Os indicadores sociais são baixos sociais, com índice de desenvolvimento humano (IDH) é de 0,594 (IBGE, 2022).

A geomorfologia do município de Baía da Traição abrange áreas de Tabuleiros Litorâneos (TB) em estágio avançado de dissecação com topos convexos e planos da Formação Barreiras com altitudes médias entre 50 e 100 metros. A rede de drenagem segue o padrão exorreico corta depósitos aluvionares de uma área de várzea na retropraia entre a planície costeira e os Tabuleiros Litorâneos. A faixa de praia, constituída por areias quartzosas, se encontra bastante modificada pela urbanização desordenada. Paralelo a linha de costa da porção sul, há uma barreira de recifes de arenitos de aproximadamente 5km, que interfere significativamente na morfodinâmica praial. Na faixa centro-norte observa-se a presença de falésias emoldurando uma planície litorânea estreita variando entre 20 e 30 metros de largura nos períodos de baixa-mar (Figura 2).

Figura 2. Trecho de falésia com ocupação em espaço vulnerável.



Fonte: Autoral

A porção da área da várzea do rio Sinimbu (Figura 3) representa um ponto crítico, pois, na maior parte da várzea apresenta cotas altimétricas que variam entre 2 a 3 metros acima do nível do mar. Nessa área, o curso natural do rio foi modificado por uma obra que projetou um canal retilíneo visando melhorar a drenagem e o aproveitamento do espaço rural. Na região predomina o clima tropical quente e úmido (Aw), a média anual de precipitação é de aproximadamente 1.584 mm e a da temperatura 26,6

C°. Entre as massas de ar atuantes na região estão a Massa Equatorial Atlântica Sul (MEAS), Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Polar Atlântica (MPA) e Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Mendonça E Danni-Oliveira, 2007).

Figura 3. Perfil geomorfológico esquemático da zona costeira da praia do Forte



Fonte: Elaboração própria

3.2 Percepção geoambiental

A percepção de que as faixas costeiras - sobretudo aquelas que estão densamente povoadas e/ou submetidas à exploração de seus recursos naturais e paisagísticos - são áreas especialmente suscetíveis e vulneráveis desperta preocupação constante da sociedade civil, governantes, pesquisadores e empresas. Do ponto de vista socioambiental, estes espaços têm gerado uma preocupação no que tange os danos sociais e econômicos, fato que exige ação integrada de governos, cientistas, sociedade e empresas, buscando soluções viáveis e resilientes que possam garantir o desenvolvimento sustentável, considerando sempre as particularidade da diversidade que configura as zonas costeiras.

Um ponto que consideramos relevante para formulação de metas e estratégias de solução da problemática ambiental são os estudos que considerem a realidade não apenas na perspectiva global, mas sim, no âmbito regional e local de cada território, pois mesmo entendendo os geossistemas como partes imbricadas, cada lugar transformado ao longo do tempo passado, presente e futuro necessita de um olhar específico quando se trata de uso e ocupação sustentável. No caso particular do litoral paraibano o município de Baía da Traição tem ganhado destaque na mídia nacional (SE LIGA PB, 2024); CNN BRASIL, 2024; G1 PARAÍBA, 2024; G1, 2024) (Figura 4).

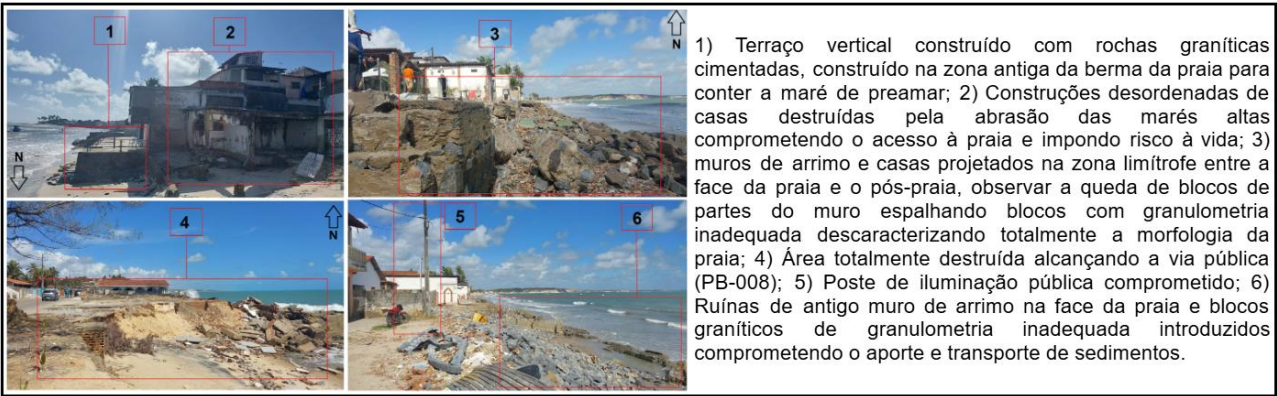
Figura 4. Matérias sobre da questão socioambiental envolvendo erosão costeira na Baía da Traição

Avanço do mar em Baía da Traição: entenda causas e soluções para conter os danos causados Baía da Traição declarou calamidade pública por 180 dias devido ao avanço do mar e suas consequências, como erosão costeira, na Praia do Forte. Por g1 PB 08/11/2024 16h25	Baía da Traição (PB) decreta estado de calamidade por erosão e avanço do mar Decreto tem validade inicial de 180 dias para garantir apoio emergencial Gabriela Bento, colaboração para a CNN 09/11/2024 às 10:45
Cidade da PB já perdeu mais de 20 casas com a força do mar; imagens de satélite mostram avanço da destruição Município decretou situação de emergência e pesquisadores procuram respostas para entender o fenômeno. Por Grace Vasconcelos, g1 PB 22/12/2024 05h00 - Atualizado	'As casas tremem': a vida na Baía da Traição, onde o mar engole as casas Polícia Barroquinha - De Boca, em São Paulo 18/12/2024 09h30 - Atualizado em 18/12/2024 13h51

Fonte: a) SE LIGA PB (2024); b) CNN BRASIL (2024); c) G1 PARAÍBA (2024); d) G1 (2024)

A situação observada na Praia do Forte, onde a intensificação do processo erosivo está intrinsecamente ligada à construção de estruturas em zonas de berma e na linha de costa, converge com os achados de Muehe (2006), Tessler & Goya (2005) e Souza (2022). Estes autores demonstram que a ocupação e a implantação de obras rígidas sem o devido estudo da morfodinâmica, como muros de arrimo em áreas de cordões litorâneos estreitos, invariavelmente acentuam a erosão costeira e degradam a paisagem. Casos como este, confirmam as alegações de Souza (2009) sobre a negligência de políticas de ordenamento territorial que desconsideram o balanço sedimentar e o aspecto multidisciplinar na gestão costeira, posicionando a Praia do Forte como um exemplo da vulnerabilidade induzida, comum a diversos litorais brasileiros. Sendo assim, o processo de erosão deve ser estudado e entendido de forma a evitar possíveis danos futuros e a compreender os fatores que influenciam a sua ocorrência, fato que, lamentavelmente, não foi observado na forma como as construções foram projetadas na orla da Praia do Forte (Figura 5).

Figura 5. Quadro síntese das formas irregulares de ocupação na Praia do Forte



Fonte: autoral.

Na área, destacam-se graves problemas que revelam, sob vários aspectos, o quanto essa zona costeira é instável, dinâmica e suscetível a alterações que resultam em danos de ordem socioambiental. Tais efeitos, que passam a se manifestar na paisagem por meio da correlação entre zonas de

Wissen Editora, 2026 | ISBN: 978-65-85923-82-8 | DOI: 10.52832/wed.184



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



vulnerabilidade e suscetibilidade, não foram considerados durante o processo de ocupação antrópica. Esse fato agravou e tem incidido negativamente sobre a possibilidade de implementação de planos de planejamento e ordenamento territorial, bem como de conservação da paisagem com graves perdas de infraestrutura cível.

4 CONCLUSÃO

Neste contexto, as medidas mitigadoras para o trecho da Praia do Forte não podem se limitar a intervenções rígidas. É imperativa, a adoção de uma Estratégia de Retirada Gerenciada (*Managed Retreat*) nas áreas de risco iminente (faixas de falésia) e a implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), como o plantio de espécies fixadoras de dunas e a restauração de restinga. Recomenda-se, prioritariamente, a revisão imediata do Plano Diretor Municipal, integrando as diretrizes do Programa Preamar (BRASIL. MPF, 2024) e do Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI). A sustentabilidade socioambiental exige a criação de uma Zona de Proteção Permanente (ZPP) na planície de inundação do Rio Sinimbu e o monitoramento contínuo da morfodinâmica praial para subsidiar futuras decisões de ordenamento e reordenamento territorial.

Referências

CNN BRASIL. **Baía da Traição (PB) decreta estado de calamidade por erosão e avanço do mar.** São Paulo, 9 nov. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/baia-da-traicao-pb-decreta-estado-de-calamidade-por-erosao-e-avanco-do-mar/>. Acesso em: 5 set. 2025.

FURRIER, Max; SOUZA, Alexandre dos Santos; LAVOR, Larissa Fernandes de. Environmental analysis and legal bases for coastal area evaluation: the Seixas beach sample – PB. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 195-207, dez. 2017.

G1. **‘As casas tremem’: a vida na Baía da Traição, onde o mar engole casas.** Paraíba, 15 jun. 2024. Disponível em: <URL completa>. Acesso em: 5 out. 2025.

G1 PARAÍBA. **Cidade da PB já perdeu mais de 20 casas com a força do mar; imagens de satélite mostram avanço da destruição.** João Pessoa, 22 dez. 2024. Disponível em: <Cidade da PB já perdeu mais de 20 casas com a força do mar; imagens de satélite mostram avanço da destruição>. Acesso em: 5 set. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2022. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 12 dez. 2024.

LIBAULT, André. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica.** v. 1. São Paulo: Edusp, 1971. (Coleção Métodos em Questão).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês de Matos. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208 p.

MUEHE, Dieter (Org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

NOVAES, Gustavo de Oliveira. et al. Geoindicadores de vulnerabilidade à erosão e risco costeiro em praias estuarinas da costa amazônica. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, [S. l.], v. 25, n. 2, 2024. DOI: 10.20502/rbgeomorfologia.v25i2.246.

SALM, Rodney V.; CLARK, John R.; SIIRILA, Erkki. **Marine and coastal protected areas: a guide for planners and managers**. 3. ed. Washington, D. C.: IUCN, 2000. 371 p.

SE LIGA PB. **Avanço do mar na Baía da Traição: entenda causas e soluções para conter os danos causados**. João Pessoa, 8 nov. 2024. Disponível em: <https://seligapb.com.br/avanco-do-mar-em-baia-da-traicao-entenda-causas-e-solucoes-para-conter-os-danos-causados/>. Acesso em: 5 set. 2025.

SOUZA, Alexandre dos Santos. Percepção ambiental da paisagem antropizada na praia do Cabo Branco, João Pessoa, PB, Brasil. **Terrae Didactica**, Campinas, SP, v. 18, n. 00, p. e022032, 2022. DOI: 10.20396/td.v18i00.8670499. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8670499>. Acesso em: 30 dez. 2024.

SOUZA, Carlos Roberto de Gouvêa. A erosão costeira e os desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009. DOI: 10.5894/rgci147. Disponível em: [rgci-147_Souza.pdf](#).

SOUZA, Carlos Roberto de Gouvêa; SUGUIO, Kenitiro. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo Plan for Coastal Management. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 35, p. 530-547, 2003.

SOUZA, Alexandre dos Santos; FURRIER, Max. Caracterização geomorfológica e ocupação antrópica de zonas costeiras: o caso da Ponta do Seixas, Litoral da Paraíba – Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 30, p. 166-178, 2015. DOI: 10.11606/rdg.v30i0.98321.

TESSLER, Moyses Gonçalves; GOYA, Shinichi C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 11-23, 2005. DOI: 10.7154/RDG.2005.0017.0001.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA E IMPACTOS DO ATERRO HIDRÁULICO NA PRAIA DE PONTA NEGRA, NATAL/RN

Caio Vítor Macêdo Pereira¹; Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa²; Bárbara Hillary de Almeida Pinto³; Joyce Clara Vieira Ferreira⁴; Carlos Wilmer Costa⁵

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)/ORCID: 0000-0003-0668-5234/caiomp2010@hotmail.com/ID Lattes: 9303456149347273;

²UFRN/ORCID: 0009-0000-6546-3899/matheusnatancivil@gmail.com/ID Lattes: 1060335248924504;

³UFRN/ORCID: 0009-0001-5744-0432/barbara.pinto.101@ufrn.edu.br/ID Lattes: 8758145955384877;

⁴UFRN/ORCID: 0000-0002-8642-9697/joyceclaravfgeo@gmail.com/ID Lattes: 2614645969145259;

⁵UFRN/ORCID: 0000-0002-3148-0030/wilmer.costa@ufrn.br/ID Lattes: 6913631503818679

RESUMO: A zona costeira é um ambiente dinâmico e vulnerável, fortemente influenciado por pressões antrópicas como urbanização, turismo e obras de engenharia. No Brasil, essas pressões têm intensificado processos erosivos que afetam ecossistemas, infraestrutura urbana e atividades econômicas, especialmente em áreas turísticas. Um exemplo é a Praia de Ponta Negra, localizada em Natal/RN, que vem sofrendo retração da faixa de areia e riscos associados à erosão costeira. Para conter esses impactos, foi realizado um aterro hidráulico entre 2024 e 2025 visando ampliar a faixa arenosa e proteger a orla. Este estudo, portanto, visou avaliar os efeitos dessa intervenção na vulnerabilidade costeira da Praia de Ponta Negra, utilizando o Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC). Foram comparados dois cenários: pré-obra (linhas de costa de 2007 e 2024) e pós-obra (janeiro e fevereiro de 2025), a partir de dados topobatimétricos e geoespaciais. Os resultados mostraram que, antes da intervenção, predominavam áreas com vulnerabilidade alta e moderada (67,76%), enquanto após a obra houve significativa redução do risco, com 87,39% da área classificada como baixa ou muito baixa. Conclui-se que o aterro reduziu a vulnerabilidade imediata, mas requer monitoramento contínuo e gestão integrada para garantir sua conservação.

Palavras-chave: Dinâmica costeira. Gestão costeira. Monitoramento litorâneo. Perda de solo.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente altamente dinâmico, moldado pela interação contínua entre mar, vento e sedimentos, e fortemente influenciado por pressões antrópicas como urbanização, turismo e obras de engenharia (Scarelli *et al.*, 2016). A ação contínua de ondas, marés e ventos provoca mudanças permanentes no transporte, circulação e mobilização de sedimentos (Almeida *et al.*, 2015), intensificando processos erosivos e acrecionais nas faixas de praia. Esses processos, intensificados por atividades antrópicas e eventos extremos, comprometem a estabilidade da faixa de areia, afetam atividades econômicas ligadas ao turismo e ameaçam infraestruturas urbanas (Silva *et al.*, 2023; Voutsdoukas *et al.*, 2020).

Localizada em Natal, capital do Rio Grande do Norte (RN), a Praia de Ponta Negra é um dos principais destinos turísticos do estado, desempenhando papel relevante na economia e funcionando como barreira natural contra impactos erosivos e ressacas marítimas (Soares *et al.*, 2014). Contudo, a



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



pressão antrópica sobre sua orla e principalmente o crescente avanço do mar, intensificou os processos erosivos na praia, provocando a retração da linha de costa e redução da faixa de areia, expondo usuários e infraestruturas urbanas a riscos geotécnicos e ambientais (Almeida *et al.*, 2015; Borges *et al.*, 2022).

Para conter o avanço do mar e recuperar a faixa de areia, foram adotadas medidas de engenharia costeira, incluindo enrocamentos e, mais recentemente (2024/2025), um aterro hidráulico que alterou significativamente a geomorfologia local e redefiniu a linha de costa. Assim, o estudo busca compreender a resposta da Praia de Ponta Negra aos processos erosivos e às intervenções de recuperação, considerando o potencial do aterro para mitigar a erosão costeira (Silva e Viana, 2024).

Portanto, comparando as condições morfológicas pré e pós-obra, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos do aterro hidráulico sobre a vulnerabilidade costeira na Praia de Ponta Negra. Para isso, foram coletados e processados dados geoespaciais, topobatimétricos e ambientais para quantificar mudanças na vulnerabilidade aos processos de erosão e inundação por meio da aplicação do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC), desenvolvido por Thieler e Hammar-Klose (1999) e amplamente utilizado pelo *United States Geological Survey* (USGS).

Essa abordagem permite medir o impacto imediato do aterro hidráulico, avaliando a variação da linha de costa, identificando tendências erosivas ou acretivas e mapeando setores dinâmicos e estáveis. Além disso, auxilia na instituição de parâmetros técnicos para o monitoramento contínuo e para a formulação de estratégias de manejo que garantam a resiliência da orla marítima frente às pressões naturais e antrópicas.

2 METODOLOGIA

A Praia de Ponta Negra está localizada na zona sul da cidade de Natal/RN e se destaca pela presença do Morro do Careca, uma duna que representa um dos principais cartões postais da cidade. Abrange aproximadamente 4,5 km de extensão, sendo 2 km ao longo da Via Costeira (ao norte) e 2,5 km na orla da praia de Ponta Negra (ao sul). Nessa região, entre setembro de 2024 e janeiro de 2025, foi realizado um aterro hidráulico, o qual ampliou a faixa de areia em até 100 metros na maré baixa e 50 metros na maré alta e visou combater a erosão que afetava o Morro do Careca e o calçadão da praia (Figura 1).

2.1 Procedimento metodológico

A avaliação considerou cenários pré-obra (linhas de costa de 2007 e 2024) e pós-obra (jan/fev de 2025) para comparar a situação antes e após o aterro. Levantamentos por VANT e topobatimetria com



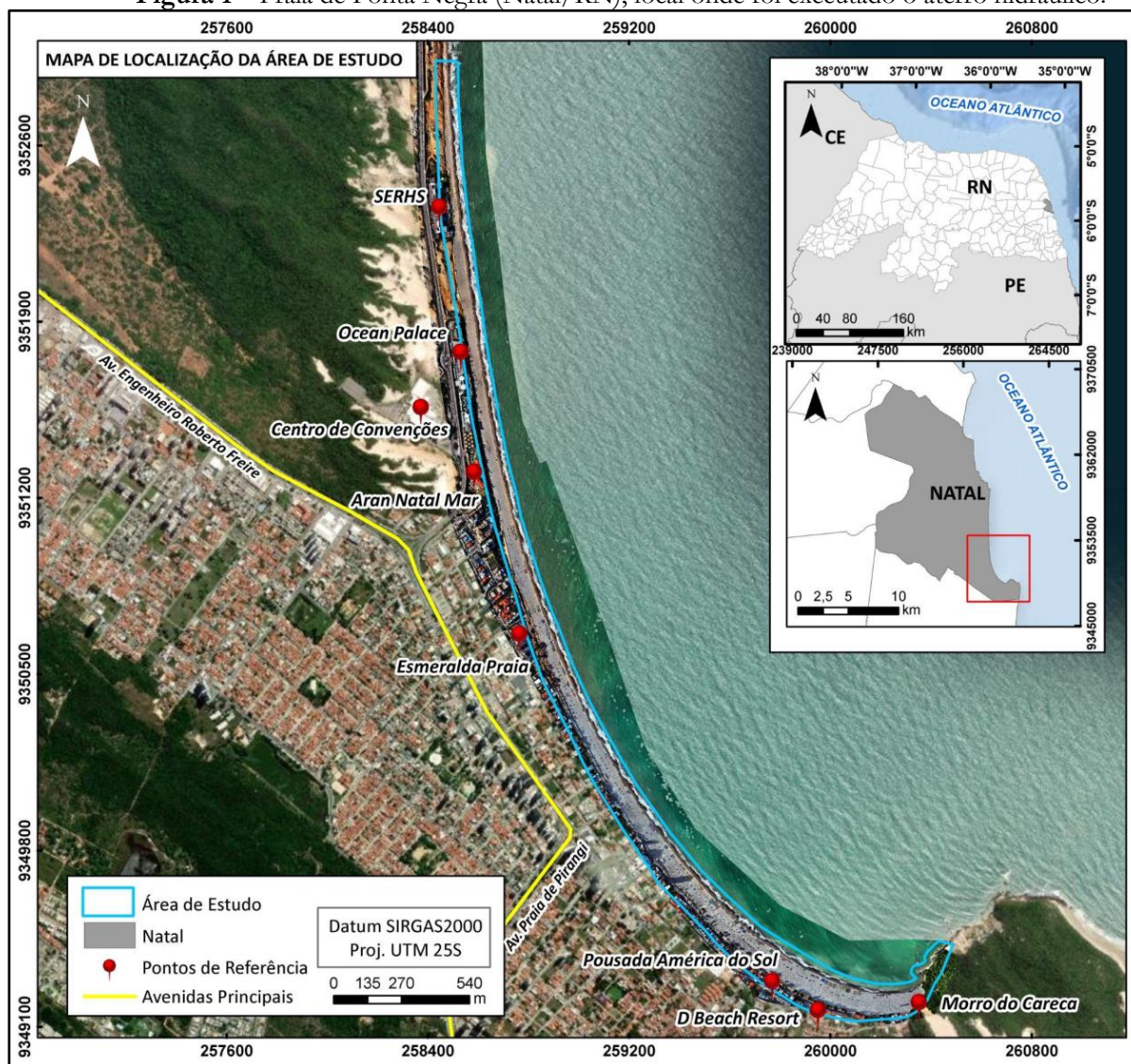
II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



GNSS geraram Modelos Digitais de Terreno, processados no referencial SIRGAS2000 com coordenadas UTM, Fuso 25S.

As condições pré-obra foram definidas a partir de séries históricas da linha de costa (fornecidas pelo Programa de Desenvolvimento e Estruturação do Turismo - PRODETUR), de marés (Banco Nacional de Dados Oceanográficos do Centro de Hidrografia da Marinha - BNDO-CHM), topobatimetria, altura significativa de ondas e declividade, enquanto as condições pós-obra foram avaliadas com levantamentos realizados após a execução do aterro.

Figura 1 – Praia de Ponta Negra (Natal/RN), local onde foi executado o aterro hidráulico.



Fonte: Elaborada pelos autores.

O IVC foi aplicado para classificar setores da praia e avaliar a eficácia da intervenção na redução da vulnerabilidade, seguindo o modelo de Thieler & Hammar-Klose (1999) adaptado às condições locais



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



e classificando a costa em cinco níveis de risco por erosão e inundação. O índice integrou seis variáveis essenciais: geomorfologia (a), declividade costeira (b), taxa de elevação relativa do nível do mar (c), taxa de erosão/acrecção da linha de costa (d), amplitude média da maré (e) e altura significativa das ondas (f), calculadas segundo a Equação 1 e classificadas, para os períodos pré-obra e pós-obra, conforme a Tabela 1.

$$IVC = \sqrt{\frac{(a \times b \times c \times d \times e \times f)}{6}} \text{ (Equação 1)}$$

Tabela 1 – Classificação das variáveis utilizadas para cálculo do IVC da Praia de Ponta Negra.

GRAU DE RISCO	MUITO BAIXO	BAIXO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO
	1	2	3	4	5
Geomorfologia	Dunas Estabilizadas sobre Fm. Barreiras; Áreas urbanizadas; Costões Rochosos	Falésias; Duna Ativa sobre Fm. Barreiras	Terraços Marinheiros	Estuários; Cordões Litorâneos	Praia Arenosa; Estirâncio; Ausência de Pós-Praia; Escarpas de Praia; Recife de Corais
Declividade costeira (%)	45 - 20	20 - 7	7 - 4	4 - 1	<1 e >45
Taxa de elevação relativa do nível do mar (mm/ano)	< 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	> 5
Taxa de erosão/acrecção da linha de costa (m/ano)	>+2	+2 - +1	+1 - -1	-1 - -2	< -2
Amplitude média de maré (m)	> 6	6 - 4	4 - 2	2 - 1	< 1
Altura significativa das ondas (m)	< 0,55	0,55 - 0,85	0,85 - 1,05	1,05 - 1,25	> 1,25

Fonte: Elaborada pelos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distribuições espaciais das variáveis analisadas para as condições da praia em 2024 (pré-obra) e em 2025 (pós-obra) estão apresentadas na Figura 2 e na Figura 3, respectivamente.

Em 2024, antes da obra, a faixa praial estava majoritariamente submersa, sem pós-praia definida, com declividade de 4% a 10% e ondas atingindo diretamente áreas urbanizadas e enrocamentos, o que indicava alta suscetibilidade à erosão. Após o aterro (janeiro de 2025), o estirâncio avançou para leste, a zona de impacto das ondas recuou e a declividade da pós-praia tornou-se quase plana. O IVC pré-obra (Figura 4A) mostra que 67,76% da área apresentava vulnerabilidade alta e moderada, refletindo a combinação de baixa declividade, erosão acentuada e ondas significativas.

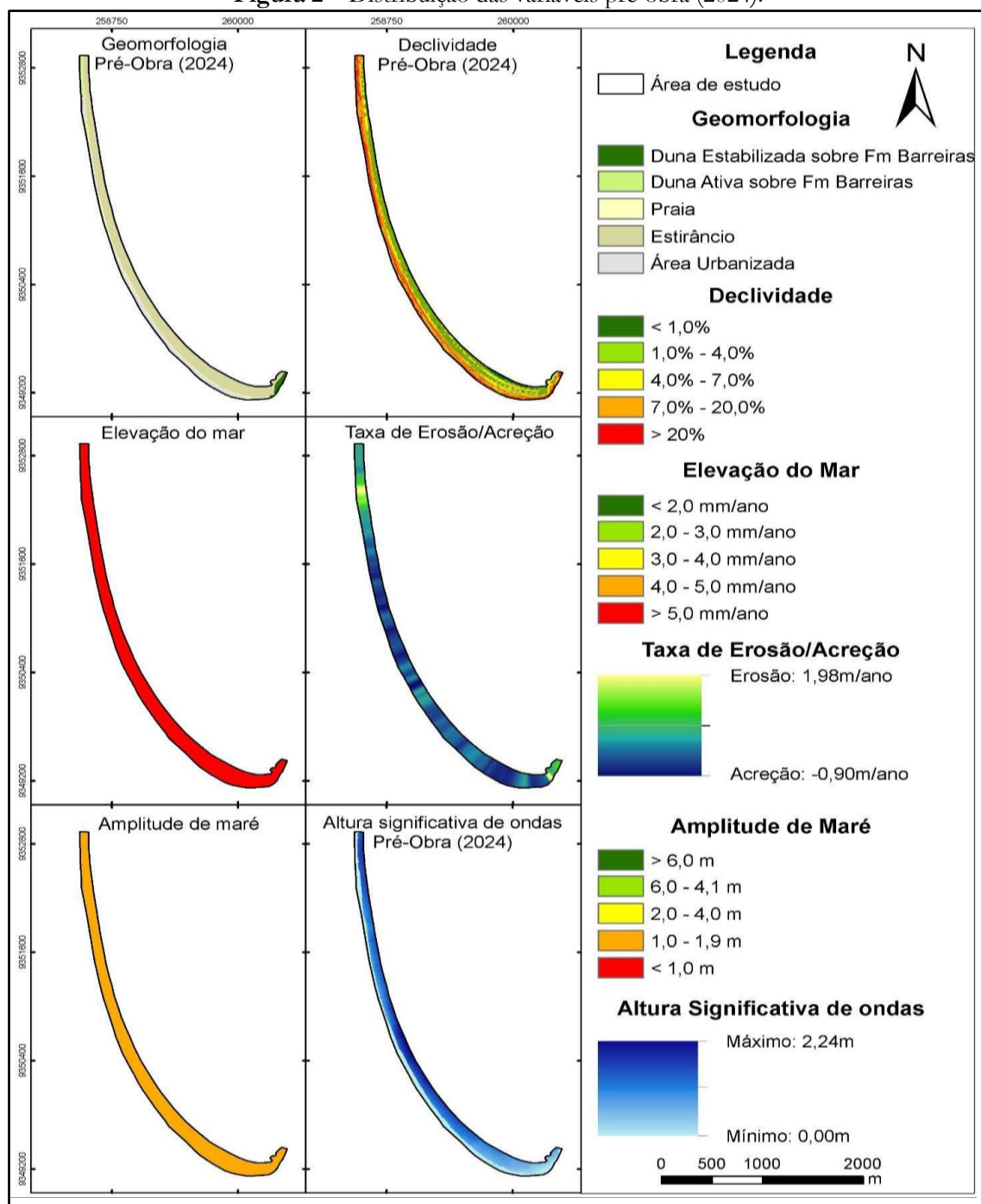


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A Figura 4B (IVC pós-obra, 2025) mostra uma redistribuição favorável da vulnerabilidade, com baixa e muito baixa passando a representar 87,39% da área e redução das zonas de alta vulnerabilidade, efeito atribuído ao aterro hidráulico (aproximadamente 1,5 milhão m³) que alterou a morfologia e melhorou os parâmetros do IVC; ainda assim, é necessário monitoramento contínuo devido à resposta não linear da dinâmica costeira.

Figura 2 – Distribuição das variáveis pré-obra (2024).



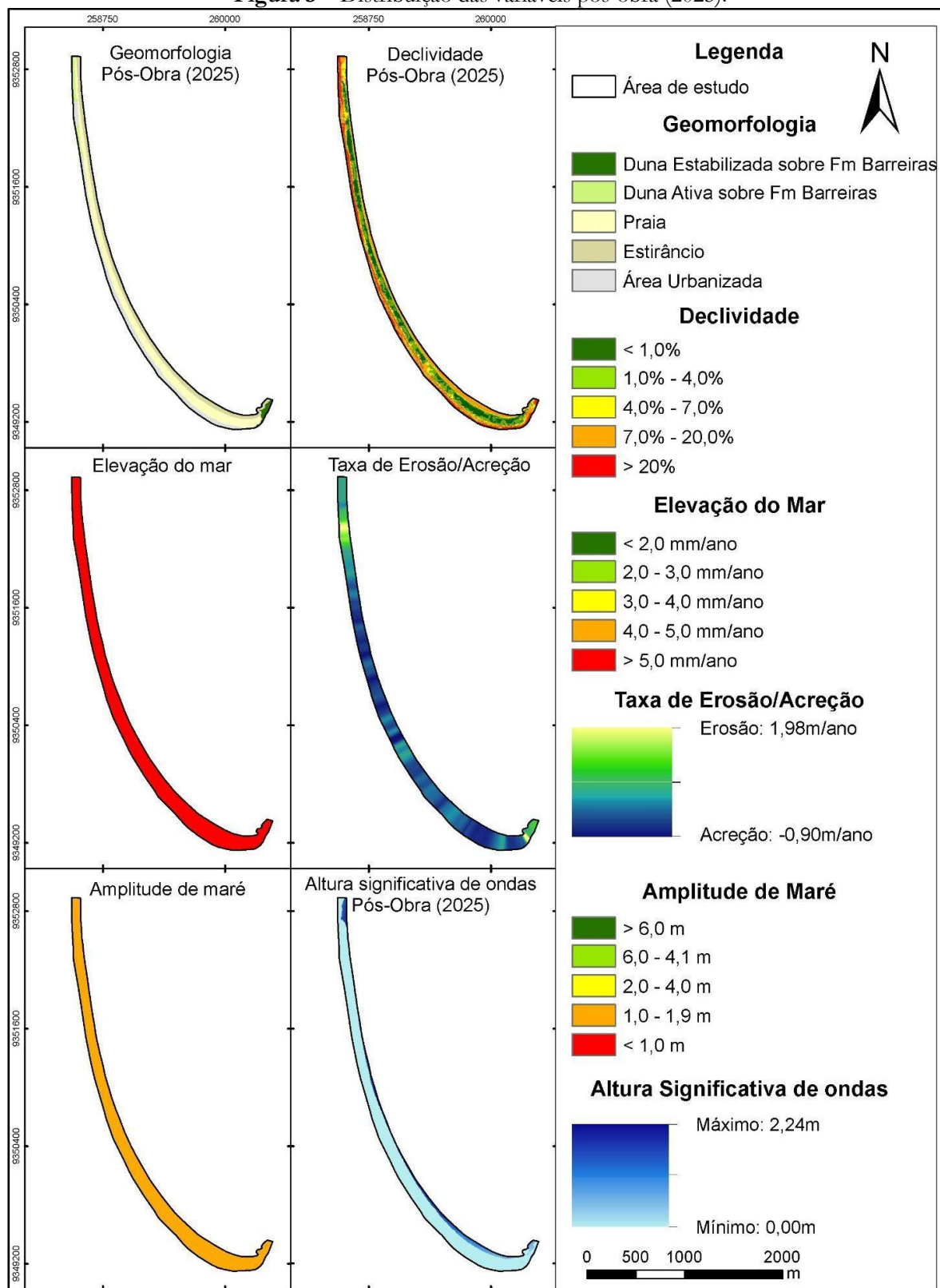
Fonte: Elaborada pelos autores.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 3 – Distribuição das variáveis pós-obra (2025).



Fonte: Elaborada pelos autores.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A Prefeitura Municipal de Natal, responsável pela obra e pela manutenção da praia, deve prever o monitoramento mensal da faixa de areia exposta, com uso de georreferenciamento para identificar sinais de erosão e compactação. Deve incluir ainda o monitoramento anual da porção submersa, por meio de levantamentos batimétricos, a fim de avaliar a redistribuição dos sedimentos, o avanço ou recuo da linha de costa e o comportamento da zona entremarés.

Figura 4 – A - IVC pré-obra (2024); B - IVC pós-obra (2025).



Fonte: Elaborada pelos autores.

4 CONCLUSÃO

A análise revelou ganho morfológico significativo, favorecendo a dissipação da energia das ondas, e o IVC mostrou redução do risco erosivo entre 2024 e 2025, com muitas áreas passando de vulnerabilidade moderada e alta para baixa ou muito baixa, indicando eficácia do aterro; contudo, a manutenção dos ganhos depende de fiscalização, ajustes operacionais e monitoramento contínuo, por isso recomenda-se a implementação de um plano de acompanhamento sistemático.

Por fim, destaca-se a importância da avaliação contínua do uso antrópico da praia, com recomendações voltadas ao ordenamento e à mitigação de impactos urbanos. A efetividade da intervenção somente será assegurada mediante uma gestão adaptativa e integrada, que articule engenharia



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



costeira, planejamento urbano e participação comunitária, garantindo a resiliência da faixa litorânea frente às pressões naturais e antrópicas.

Referências

ALMEIDA, L. R., AMARO, V. E., MARCELINO, A. M. T., SCUDELARI, A. C. 2015. Avaliação do clima de ondas da Praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira. **Revista de Gestão Costeira Integrada** 15, 2, 135–151. <https://doi.org/10.5894/rgci532>.

BORGES, J. A., PEREIRA, J. M., FERNANDES, L. S., SOUZA, Z. M., ARAÚJO, M. C. B. E SILVA-CAVALCANTI, J. S. 2022. Temporal analysis of environmental quality of Ponta Negra beach (Natal-RN) related to coastal erosion: what has changed in 10 years? **Environmental Monitoring and**. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10724-2>

SCARELLI, F. M., CANTELLI, L., BARBOZA, E. G., ROSA, M. L. C. C. E GABBIANELLI, G. 2016. Natural and Anthropogenic Coastal System Comparison Using DSM from a Low Cost UAV Survey (Capão Novo, RS/Brazil). **Journal of Coastal Research, Special Issue** No. 75. <https://doi.org/10.2112/SI75-247.1>

SILVA, L. C. N., VIANA, M. B. 2024. Effects of artificial beach nourishment on water quality and marine biota: a critical review. **Arquivos de Ciências do Mar** 57, 2, 1–11. <https://doi.org/10.32360/acmar.v57i2.93127>.

SILVA, M. T., LOPES, D. N., FREIRES, E. V., SILVA NETO, C. Â., SOUTO, M. V. S., DUARTE, C. R. 2023. Dinâmica da linha de costa no trecho de praia entre os municípios de Fortaleza e Paraipaba, Estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia** 24, 2, 1–11. <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i2.2250>.

SOARES, I. A., MEDEIROS, C. S. C., SALES FILHO, A. 2014. Análise de paisagens turísticas da Praia de Ponta Negra (Natal/RN) com a utilização de indicadores de qualidade visual: Uma contribuição para o turismo sustentável. **Holos** 1, 228–246. <https://doi.org/10.15628/holos.2014.1451>

THIELER, E. R., HAMMAR-KLOSE, E. S. 1999. **National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise: Preliminary results for the U.S. Atlantic coast**. Open-File Report, U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/ofr99593>.

VOUSDOKAS, M. I., RANASINGHE, R., MENTASCHI, L., PLOMARITIS, T. A., ATHANASIOU, P., LUIJENDIJK, A., FEYEN, L. 2020. Sandy coastlines under threat of erosion. **Nature Climate Change**, 10, 3, 260-263. <http://doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0>.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE BAÍA DA TRAIÇÃO – PARAÍBA, BRASIL

Diandra Soares de Araujo^{1*}; Christianne Maria da Silva Moura²

¹Universidade Federal da Paraíba / ORCID 0009-0003-5789-3911 / diandra.soares@academico.ufpb.br / lattes.cnpq.br/5145065983197090; ²Universidade Federal da Paraíba / ORCID 0000-0002-7907-4074 /

cmm_reis@yahoo.com.br / lattes.cnpq.br/0391997416940718;

*Autor correspondente: diandra.soares@academico.ufpb.br

RESUMO: A ocupação desenfreada na planície costeira do município de Baía da Traição – PB e fatores naturais são elementos responsáveis pela erosão que afeta a zona costeira do município, tornando-a um ambiente vulnerável. A presente pesquisa teve como objetivo geral identificar a vulnerabilidade à erosão costeira no município de Baía da Traição. A metodologia envolveu levantamento bibliográfico; coleta de dados secundários; realização de atividades de campo; e uso de SIG. Foi realizada uma adaptação da metodologia proposta por Sousa et al. (2011); Menezes et al. (2018); e Bush et al. (1999). Os geoindicadores analisados foram morfologia da praia, presença de dunas e vegetação, posição da linha de costa (através do CASSIE - Coastal Analyst System From Space Imagery Engine), entre outros. A pesquisa demonstrou que 56,36% da extensão da zona costeira do município encontra-se em vulnerabilidade moderada, 26,80% em vulnerabilidade baixa e 16,82%, em vulnerabilidade alta. Verificou-se que as áreas de maior densidade ocupacional coincidem com as áreas de maior vulnerabilidade. Por outro lado, alguns fatores contribuem para a proteção das praias, como dunas, beach rocks e vegetação.

Palavras-chave: Erosão costeira. Geoindicadores. Vulnerabilidade costeira.

1 INTRODUÇÃO

A Paraíba, estado brasileiro localizado na Região Nordeste, possui toda sua porção leste banhada pelo Oceano Atlântico. O turismo na Paraíba possui grande importância na arrecadação financeira do estado, e o seu litoral é um dos responsáveis por isso. Todos os municípios paraibanos banhados pelo Oceano Atlântico possuem no turismo e na pesca duas grandes fontes de renda. Em Baía da Traição não é diferente, as praias mais centrais do município recebem constantemente grande número de turistas.

Em Baía da Traição, é possível encontrar um alto número de construções na linha de costa (habitação, bares, restaurantes e pousadas). Acredita-se que o fenômeno da erosão costeira possa ocorrer em decorrência do desequilíbrio causado pela relação entre a dinâmica natural do ambiente costeiro e as ocupações humanas. Para Freitas (2018), a zona costeira se torna cada vez mais uma região de risco, por ser uma área associada ao avanço da linha de costa, a inundações, alagamentos e deslizamentos.

Há alguns fatores que influenciam na mobilidade da linha de costa. No Brasil e no mundo, há praias que estão sujeitas a processos de acreção, outras que estão sujeitas a processos erosivos e outras que se encontram em estabilidade. De acordo com Coelho (2020), a interação entre os fatores naturais e antrópicos na zona costeira pode resultar na erosão costeira, processo capaz de causar prejuízos



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



econômicos e sociais diversos. Segundo Luijendijk et al. (2018), 24% das praias do mundo estão passando por processos erosivos, enquanto 28% estão em acreção e 48% estão estáveis.

Bulhões (2020) define erosão costeira como a resultante na paisagem da deficiência no balanço sedimentar em determinado segmento da linha de costa, durante determinado intervalo de tempo. Segundo Coelho (2020), o processo de erosão costeira apresenta importância ambiental e ecológica fundamental, ao exercer influência na alteração e, em alguns casos, na supressão de parte da biodiversidade da zona costeira, com impactos diretos e indiretos, o que causa prejuízos econômicos e sociais.

Lins-de-Barros (2011) define vulnerabilidade como o grau de exposição ao impacto de determinado perigo e ao grau com o qual se pode absorver e se recuperar desses impactos. De acordo com Lins-de-Barros (2010), vulnerabilidade costeira é a capacidade da linha de costa, dos ecossistemas costeiros e da população, de resistir, se recuperar (grau de resiliência) ou se adaptar aos impactos causados por esses perigos.

Para Neves (2003), no estado da Paraíba, os processos erosivos atuantes na zona costeira podem ser explicados pelo balanço negativo de sedimentos, pela concentração de energia de ondas em virtude do fenômeno de refração em feições morfológicas submersas, e pela ocupação desordenada. A autora também considera que a construção de estruturas de contenção da erosão costeira pode acabar intensificando o problema erosivo em praias próximas.

Em virtude da gama de problemas que podem ser gerados pelo processo de erosão costeira no litoral do município de Baía da Traição, percebe-se a necessidade de realização de estudos sobre esse tema, em específico, na área apresentada, visando mitigar perdas e danos socioeconômicos, ambientais e físicos. Acredita-se, então, que parte das praias do município sejam áreas de grande vulnerabilidade aos processos erosivos. Além disso, acredita-se, também, que as construções (habitações, bares, entre outras) na planície costeira, tenham um forte papel na redução do aporte sedimentar e, assim, contribuem para a evolução da erosão.

A presente pesquisa teve como objetivo identificar o grau de vulnerabilidade à erosão costeira no município de Baía da Traição, através de geoindicadores físicos e antrópicos.

2 METODOLOGIA

Utilizou-se uma adaptação das metodologias propostas por Menezes et al. (2018); Bush et al. (1999) e Sousa et al. (2011), que através de variáveis (geoindicadores) verificadas na área de estudo, possibilitaram avaliar a vulnerabilidade costeira.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Cada geoindicador foi classificado de acordo com o seu potencial para a vulnerabilidade costeira. Os procedimentos para a coleta e análise de cada geoindicador estão especificados a seguir:

Tabela 1 – Geoindicadores para avaliação da vulnerabilidade costeira.

Indicadores	Vulnerabilidade baixa (0)	Vulnerabilidade moderada (5)	Vulnerabilidade alta (10)
Morfologia da praia	Bom suprimento sedimentar	Praia estreita	Ausência de praia
Posição da linha de costa (através do CASSIE)	Acreção	Estável	Erosão
Campos de dunas	Presença de campo de dunas extenso e/ou alto	Presença de dunas pequenas e/ou esparças	Ausência de dunas
Exposição às ondas	Presença de barreiras naturais	Presença de bancos de areia	Ondas sem obstáculos naturais
Distância da foz de rios	> 100m	Entre 50 e 100 m	< 50m
Vegetação	Vegetação densa	Gramíneas, arbustos	Ausência de vegetação
Estruturas costeiras	Ausente	Estruturas de pequeno porte	Muros de contenção ao longo do ambiente praial
Impermeabilidade do solo	Ausência de ocupações	Baixo quantitativo de ocupações	Obras de infraestrutura avançadas: assentamentos desenvolvidos, estradas asfaltadas e urbanização elevada.

Fonte: Adaptado de Sousa et al., 2011; Menezes et al., 2018; Bush et al., 1999.

Após coletadas todas as informações para a análise dos geoindicadores, foi atribuído um índice para cada um deles, por ponto de coleta, de acordo com a Tabela 1, 0 nos casos de vulnerabilidade baixa; 5, nos casos de vulnerabilidade moderada; 10, nos casos de vulnerabilidade alta.

Além dos dados coletados na etapa de levantamento bibliográfico, foram realizadas pesquisas de campo, percorrendo desde o extremo sul ao extremo norte do município, os dados referentes a cada



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



indicador, foram observados e analisados em intervalos espaciais regulares de 500 metros, completando 29 pontos de coleta, com uso de Global Positioning System (GPS) e câmera fotográfica. Foi realizada, então, uma média aritmética dos índices atribuídos para cada ponto, utilizando o resultado da média para definir o grau de vulnerabilidade da praia analisada: Vulnerabilidade baixa, quando resultado obtido foi menor que 3; Vulnerabilidade moderada, quando o resultado obtido foi entre 3 e 6,9; Vulnerabilidade alta, quando o resultado obtido foi igual ou superior a 7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos em cada ponto da zona costeira do município foram transferidos para uma planilha no ambiente Excel (Tabela 2) e cada ponto foi caracterizado de acordo com seu grau de vulnerabilidade à erosão costeira, conforme é possível verificar na Figura 1.

Após a pesquisa, foi possível identificar que a maior parte das praias de Baía da Traição encontra-se em estado de vulnerabilidade moderada. Dessa forma, cerca de 8.282 metros de linha de costa (56,36% do total das praias) encontram-se com vulnerabilidade moderada, cerca de 3.939 metros de linha de costa (26,80% do total das praias) encontram-se com vulnerabilidade baixa, e cerca de 2.471 metros de linha de costa (16,82% do total das praias) encontram-se com vulnerabilidade alta.

Percebeu-se que os trechos de alta vulnerabilidade coincidem com os trechos onde a ocupação urbana é mais densa e as construções estão dispostas sobre a faixa de areia, resultando em maior exposição à ação das ondas. Esses setores concentram os maiores riscos de perdas materiais e ambientais, já que em alguns pontos há registros de antigas edificações destruídas pela dinâmica costeira. Em contrapartida, os pontos classificados como de baixa vulnerabilidade se destacam por manterem características naturais mais preservadas, com dunas vegetadas, menor impermeabilização do solo e bom suprimento sedimentar.

A análise dos geoindicadores evidencia que os fatores de proteção natural, como dunas e vegetação, desempenham papel crucial na resiliência costeira, mas sua eficácia é reduzida quando a urbanização avança sobre a planície litorânea. Além disso, a comparação entre áreas protegidas por beach rocks e áreas expostas demonstra como barreiras naturais podem mitigar significativamente o impacto das ondas. Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas para o ordenamento territorial, fiscalização das ocupações e valorização dos elementos naturais de proteção, uma vez que os trechos de maior vulnerabilidade tendem a agravar-se caso não haja estratégias de manejo adequadas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Tabela 2 – Grau de vulnerabilidade à erosão costeira dos pontos de coleta em Baía da Traição

Pontos	Morfo- logia da praia	Posição da linha de costa	Cam- pos de dunas	Expo- sição às ondas	Distân- cia da foz de rios	Vege- tação	Estru- turas costei- ras	Impermea- bilidade do solo	Média	Grau de Vulnera- bilidade
P1	0	10	5	0	0	5	5	5	3,75	Moderado
P2	0	5	5	0	0	5	5	5	3,125	Moderado
P3	0	0	5	0	0	5	0	5	1,875	Baixo
P4	0	5	5	0	0	5	0	5	2,5	Baixo
P5	0	5	5	0	0	5	0	5	2,5	Baixo
P6	0	0	5	0	0	5	0	5	1,875	Baixo
P7	0	0	5	0	0	5	0	5	1,875	Baixo
P8	10	10	10	0	0	10	10	10	7,5	Alto
P9	10	10	10	0	0	10	10	10	7,5	Alto
P10	0	10	10	0	0	10	0	10	5	Moderado
P11	10	10	10	0	0	10	10	10	7,5	Alto
P12	10	10	10	0	0	10	10	10	7,5	Alto
P13	5	10	10	10	0	10	10	10	8,125	Alto
P14	0	10	10	10	0	10	0	0	5	Moderado
P15	0	5	10	10	0	10	0	0	4,375	Moderado
P16	0	10	10	10	0	10	0	0	5	Moderado
P17	0	10	5	10	0	5	0	0	3,75	Moderado
P18	0	0	5	10	0	10	0	0	3,125	Moderado
P19	0	5	10	10	0	10	0	0	4,375	Moderado
P20	0	10	10	10	10	10	0	0	6,25	Moderado
P21	0	0	10	10	0	5	0	0	3,125	Moderado
P22	0	0	10	10	0	10	0	0	3,75	Moderado
P23	0	5	5	10	0	5	0	0	3,125	Moderado
P24	0	5	5	10	0	5	0	0	3,125	Moderado
P25	0	10	5	10	0	5	0	0	3,75	Moderado
P26	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixo
P27	0	10	5	10	0	5	0	0	3,75	Moderado
P28	0	10	5	10	0	5	0	0	3,75	Moderado
P29	0	0	5	10	10	5	0	0	3,75	Moderado

Fonte: Elaboração própria

Figura 1. Geoindicadores para avaliação da vulnerabilidade costeira



Fonte: Elaboração própria

4 CONCLUSÃO

Com o estudo realizado, foi possível compreender que a maior parte das praias de Baía da Traição encontra-se em vulnerabilidade moderada. É possível verificar que alguns fatores são responsáveis por reduzir sua exposição à erosão costeira nesses trechos, diminuindo, por consequência, a sua vulnerabilidade. Alguns exemplos desses fatores são o baixo índice ocupacional; a proteção oferecida em alguns trechos pelos beach rocks, que reduzem a força das ondas; a presença de dunas vegetadas em alguns trechos; entre outros.

Já os trechos de baixa vulnerabilidade possuem dunas de baixa altitude cobertas por vegetação de baixo porte e casas construídas após as dunas e que não estão expostas à ação de ondas. São praias que possuem bom suprimento sedimentar. Além disso, em alguns trechos, também estão protegidas pelos beach rocks, que reduzem a força das ondas.

Os trechos de alta vulnerabilidade possuem como principal característica a alta densidade ocupacional, onde as casas são construídas sobre a areia da praia. As casas possuem alta exposição à ação das ondas e possuem estruturas de contenção costeira. Também há resquícios de casas que outrora foram



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



construídas e que agora estão completamente destruídas pela ação marítima. Através do trabalho realizado, foi possível verificar que esses trechos correm risco de destruição nos próximos anos.

Dessa forma, foi possível verificar a importância de barreiras naturais na proteção do litoral de Baía da Traição. Inclusive, justamente o local em que acaba a proteção da praia pelos beach rocks é o local em que inicia a maior vulnerabilidade à erosão costeira. Além disso, a presença de dunas e a presença de vegetação são dois fatores que também contribuem fortemente para a proteção das praias.

Considerando o problema atual da erosão costeira em Baía da Traição, é necessário que os órgãos públicos estabeleçam um amplo diálogo com a comunidade local e com a comunidade acadêmica, para que sejam desenvolvidos programas e projetos e serem estudadas e discutidas as possíveis estratégias a serem aderidas na tentativa de mitigar o problema.

Referências

BULHÕES, E. **Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral**. In: Muehe, D.; Lins-de-Barros, F. M.; Pinheiro, I. (orgs.) *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos*. 1. Ed. - Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes, 2020. E-book (764p.) color. ISBN: 978-65-992571-0-0 (p. 655-688). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/345768862_livro_Geografia_Marinha_PGGM_ABEQUA_2020. Acesso em: 20 out 2022.

BUSH, D. M.; NEAL, W.; YOUNG, R; PILKEY, O. Utilization of Geoindicators for Rapid Assessment of Coastal-Hazard Risk and Mitigation. **Ocean and Coastal Management**, Delaware, v. 42. Ed. Elsevier, p. 647-670, 1999. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569199000277>. Acesso em: 16 fev 2023.

COELHO, A. L. N. **Análise do deslocamento da linha de costa e sua intensidade com base em produtos de sensoriamento remoto**. In: Muehe, D.; Lins-De-Barros, F. M.; Pinheiro, L.S. (orgs.) *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos*. 1. Ed. - Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes, 2020. E-book (764p.) color. ISBN: 978-65-992571-0-0. (p. 56-73). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/345768862_livro_Geografia_Marinha_PGGM_ABEQUA_2020. Acesso em: 20 out 2022.

FREITAS, L. P. Vulnerabilidade costeira da Praia da Caponga, litoral leste do Ceará. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - **Instituto de Ciências do Mar**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LINS-DE-BARROS, F. M. **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010. 289f.

LINS-DE-BARROS, F. M. Análise integrada da vulnerabilidade costeira e riscos associados. In: **VI Congresso de Planejamento e Gestão das Zonas Costeira**. 2011, Boa Vista.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. S.; GONÇALVES, R. M.; ARAÚJO, T. C. M.; SOUSA, P. H. G. O. Análise da vulnerabilidade à erosão costeira através de geoindicadores nas praias de Piedade e Paiva (PE), Brasil. **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 37, n. 2, p. 455 - 465, 2018. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/37/volume37_2_files/37-2-artigo-16.pdf. Acesso em: 18 mar 2023.

NEVES, S. M. **Erosão costeira no estado da Paraíba**. Tese (Doutorado em Geologia). Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia. 2003. 150f.

SOUSA, P. H. G. O.; SIEGLE, E.T.M.G.; TESSLER, M.G. Environmental and Anthropogenic Indicators for Coastal Risk Assessment at Massaguaçu Beach (SP) Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 64, p. 319-323, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61435> Acesso em: 03 jun 2022



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA DAS PRAIAS DO LITORAL DO ESTADO DA PARAÍBA

Jefferson da Costa Silva^{1*}; Nadja Cecília de Freitas Silva²; José Charriere Gomes Pereira³; Christianne Maria da Silva Moura⁴

¹ Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/<https://orcid.org/0009-0008-0833-0676/jeffersonsilvageo@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/6130571216528944>;

² Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/ <https://orcid.org/0009-0002-4516-3236/nadja.freitas@academico.ufpb.br>/<http://lattes.cnpq.br/4486287127627745>;

³ Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/<https://orcid.org/0009-0005-7595-6108/charrieregomes2018@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/6566823198113085>

⁴ Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/https://orcid.org/0000-0002-7907-4074/cmm_reis@yahoo.com.br/<http://lattes.cnpq.br/0391997416940718>

*Autor correspondente: jeffersonsilvageo@gmail.com

RESUMO: As praias constituem ambientes altamente dinâmicos, cuja morfologia responde continuamente às variações do meio físico, refletindo a influência da dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Essas alterações resultam de uma complexa interação entre as ações antrópicas e os fatores naturais. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da análise das variações da linha de costa das praias do litoral da Paraíba, utilizando a plataforma *Coastal Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE). Para a determinação das mudanças na linha de costa, foram empregadas imagens do satélite Landsat, abrangendo o período de 1984 a 2016. A quantificação da variação da linha de costa foi realizada por meio da Taxa de Regressão Linear (LRR), expressa em metros por ano. Com base nesses resultados, foram aplicados os intervalos de classificação propostos por Esteves & Finkl (1998), que categorizam os setores costeiros em acreção, estável, erosão e criticamente erodido. Os resultados indicaram que 35,43% dos trechos analisados apresentaram acreção sedimentar, 38,98% mantiveram-se estáveis, e 25,59% exibiram processos erosivos, sendo 12,99% classificados como erosão e 12,60% como criticamente erodido.

Palavras-chave: Dinâmica Costeira. Erosão Costeira. Litoral Paraibano.

1 INTRODUÇÃO

As praias são ambientes altamente dinâmicos, que respondem constantemente às alterações do meio físico por meio de modificações na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Essas alterações resultam da complexa interação entre as atividades humanas e os processos naturais. Diversos exemplos, tanto no litoral brasileiro quanto em outras regiões do mundo, evidenciam que, além dos processos naturais de erosão costeira, a implantação de estruturas rígidas ao longo da orla tende a intensificar e acelerar a erosão.

Os processos erosivos intensos constituem um dos principais problemas das zonas costeiras na atualidade. Mentaschi *et al.* (2018) observaram que aproximadamente 28.000 km² de áreas costeiras do mundo foram erodidas, entre 1985 e 2015. Luijendijk *et al.* (2018), a partir da análise de imagens de satélite,



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



indicam que 24% das praias arenosas do mundo estão sendo erodidas a uma taxa superior a 0,5 m/ano, enquanto 28% estão acumulando sedimentos e 48% estão estáveis.

Segundo o Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA), o litoral do Brasil chega a apresentar aproximadamente 40% das praias em processos erosivos (Brasil, 2018).

Para Farinaccio & Tessler (2010) muitas das atividades antrópicas desenvolvidas nesse ambiente privam as costas de seu natural suprimento de areia, como as obras de regularização e estabilização de rios e a mineração em áreas fontes de sedimentos, obras portuárias entre outras. Além destas, é comum nas praias brasileiras, a construção de uma infraestrutura de lazer constituída de bares, quiosques e todo o complexo de condomínio de pousadas e hotéis que avançam sobre áreas de domínio da ação marinha.

Segundo Souza *et al.* (2005), a erosão em uma praia se torna um problema quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda essa praia ou em um trecho dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico. A erosão costeira é um dos principais responsáveis pelos impactos que ocorrem na zona costeira, além de ocasionar problemas à praia, aos ambientes naturais, assim como, aos ambientes de uso da população, como estradas, casas e quiosques.

De acordo com Souza (2009), podemos destacar pelo menos treze consequências: 1) redução na largura da praia e retrogradação ou recuo da linha de costa; 2) desaparecimento da zona de pós-praia; 3) perda e desequilíbrio de habitats naturais; 4) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas ou eventos de marés de sizígia; 5) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; 6) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa; 7) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa (obras costeiras); 8) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; 9) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira; 10) comprometimento do potencial turístico da região costeira; 11) prejuízos nas atividades socioeconômicas da região costeira; 12) artificialização da linha de costa devido à construção de obras costeiras (para proteção e/ou recuperação ou mitigação); 13) gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (incluindo propriedades públicas e privadas, equipamentos urbanos diversos e estruturas de apoio náutico, de lazer e de saneamento).

Segundo Dominguez *et al.* (2016), o litoral da Paraíba está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno, ao longo da zona costeira, é apontada como principal evidência para esta tendência de longo prazo para a erosão. Os terraços marinhos evidenciam as paleolinhas de costa e servem como indicadores da evolução da morfologia do ambiente praial. A quase ausência dos terraços marinhos na área de estudo resultam em praias mais estreitas e mais vulneráveis à erosão costeira.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



De acordo com Dominguez *et al.* (2018), a costa do Estado da Paraíba pode ser subdividida em três compartimentos, definidos com base em suas características geomorfológicas. O Compartimento I abrange as linhas de costa dos municípios de João Pessoa (a partir da Ponta do Cabo Branco, em direção ao sul), Conde e Pitimbu. Nessa faixa litorânea, ocorrem formações recifais franjantes próximas à linha de costa, além de paleo-falésias da Formação Barreiras, localizadas muito próximas ao litoral. Observam-se ainda falésias ativas associadas a terraços arenosos estreitos, frequentemente vegetados, ou ao próprio prisma praial, que atua na proteção do sopé das falésias contra a ação direta das ondas. O Compartimento II estende-se ao norte da Ponta do Cabo Branco (João Pessoa), abrangendo as praias de Cabedelo e Lucena. Nessa região, onde ocorre a desembocadura do Rio Paraíba, os depósitos quaternários apresentam maior expressividade, enquanto falésias ativas estão ausentes. Por fim, o Compartimento III compreende as praias dos municípios de Mataraca, Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto. Nesse setor, a linha de costa possui geometria mais retilínea e ausência de construções recifais, com exceção do extenso arenito de praia que bloqueia parcialmente a entrada da Baía da Traição.

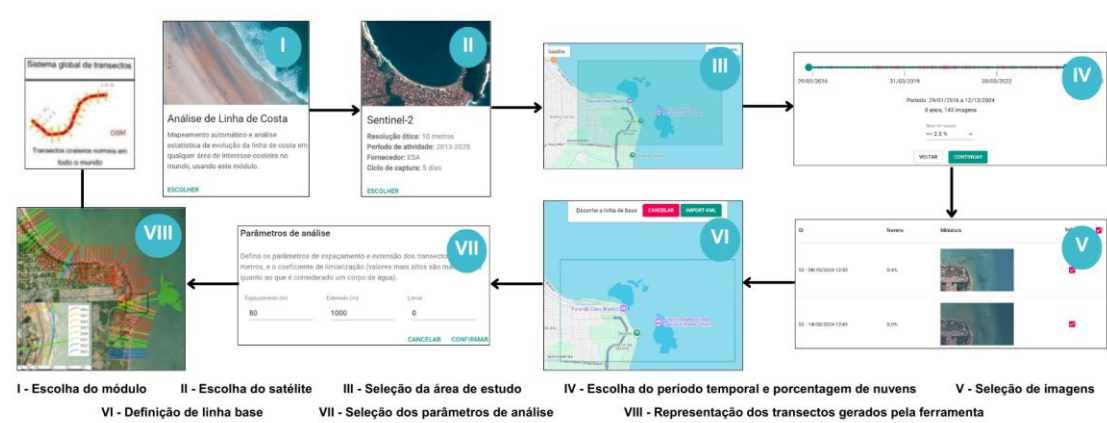
Diante disso, observa-se a necessidade de se estabelecer mecanismos que possam auxiliar os processos de análise dos impactos erosivos ao ambiente costeiro. Além disso, o presente trabalho tem como principal objetivo, classificar praias do litoral da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, no período entre os anos de 1984 e 2016. No que se refere aos objetivos específicos, tem-se: I) Caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos que predominam no litoral da Paraíba; e II) Classificar as taxas de variação da linha costa com base nos dados levantados na plataforma *Coastal Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE).

2 METODOLOGIA

Para realizar o levantamento de dados referente à da linha de costa da área de estudo em questão foi utilizada a plataforma CASSIE, uma ferramenta *web* de código aberto integrada à plataforma *Google Earth Engine*, que possibilita o mapeamento de linha de costa em escala planetária, desde que se tenha imagens de satélites disponíveis para a área em estudo. Para tanto, foi necessário delimitar a área de estudo, e logo após, foi feita a escolha do banco de imagens a ser processado, que são disponibilizadas das coleções *Landsat* e *Sentinel*. Para o presente trabalho, foram utilizadas imagens do *Landsat*, as quais possuem resolução espacial de 30 m, ciclos de captura de 16 dias, e período de atividade de 1984 até o presente, tendo como período de análise 1984 a 2016. Após a seleção das imagens, foi definida a linha base, que por sua vez, foi 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, onde cada um deles possui 500m de espaçamento e 1km de extensão (Figura 1). Posteriormente, quando concluída a extração automática da linha de costa de todas as imagens selecionadas, a CASSIE calcula um conjunto de análises estatísticas para cada transecto individual, sendo considerada, especificamente, a Taxa de Regressão Linear (LRR), que segundo Almeida *et al.* (2021), corresponde à taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano), com base na inclinação da linha de regressão linear e calculada ajustando uma linha de regressão de mínimos quadrados a todos os pontos da linha de costa para todos os transectos.

Figura 1. Procedimento de identificação da linha de costa com a CASSIE.



Elaboração: Os autores (2025).

Para categorização dos transectos foi utilizada a classificação aplicada por Esteves & Finkl (1998). Baseando-se no resultado no valor de LRR: (acresção, estável, erosão e criticamente erodido), representados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação proposta por Esteves & Finkl (1998).

Classificação	Condição do LRR
Acresção	> 0,5 m/ano
Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
Erosão	-1 a -0,5 m/ano
Criticamente Erodido	< -1 m/ano

Fonte: Esteves & Finkl (1998), adaptado.



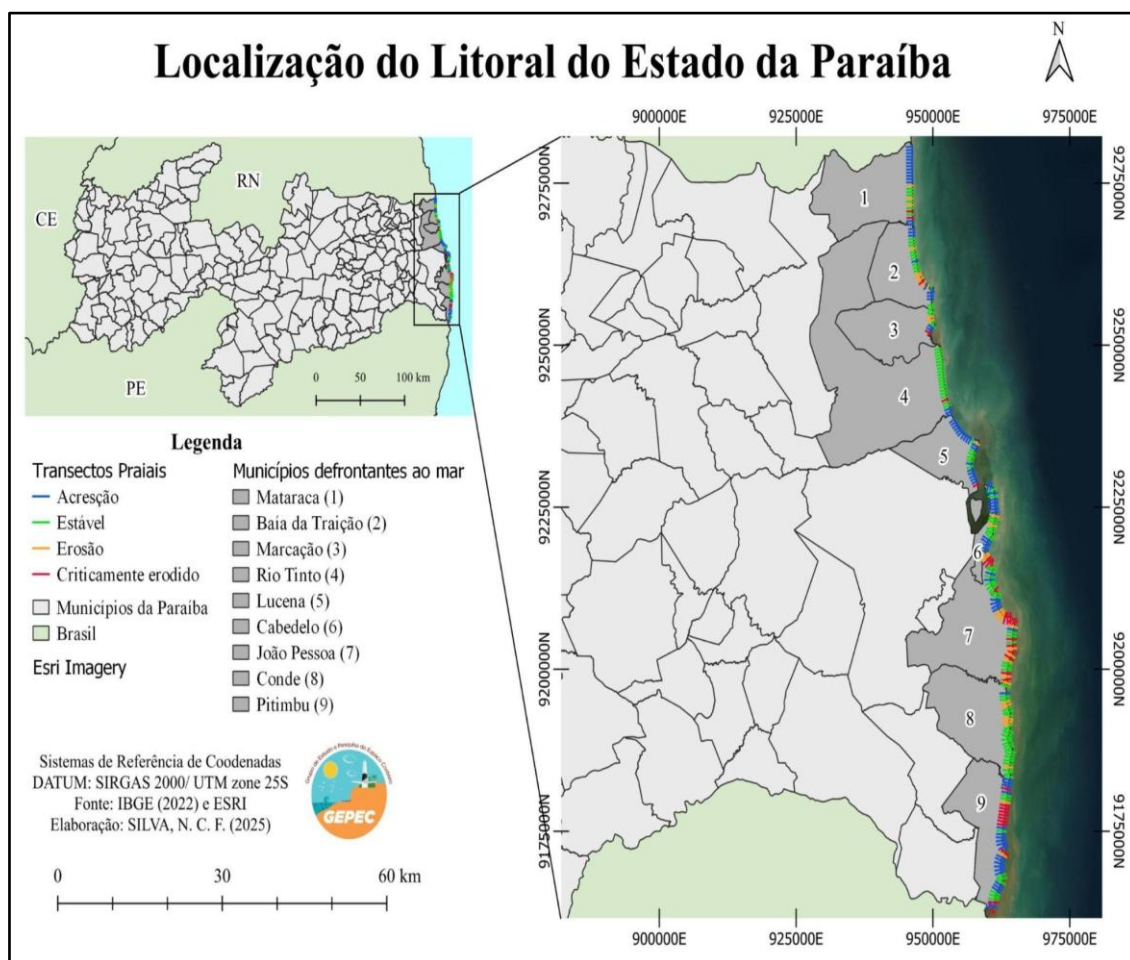
II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O litoral paraibano apresenta aproximadamente 145 km de extensão, sendo cerca de 55 km correspondentes ao Litoral Norte e 90 km ao Litoral Sul. A área de estudo compreende os municípios costeiros defrontantes ao mar: Mataraca, Baía da Traição, Marcação, Rio Tinto e Lucena, no setor Norte, e Cabedelo, João Pessoa, Conde e Pitimbu, no setor Sul.

Figura 2. Transectos Praiais resultantes da CASSIE.



Elaboração: Os autores (2025).

Por meio do CASSIE, foram analisados 254 transectos ao longo do litoral da Paraíba (Figura 2). Desse total, 90 indicaram tendência à acreção, 99 à estabilidade e 65 a processos erosivos, sendo 33 classificados como erosão e 32 como criticamente erodido, conforme Tabela 2.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Tabela 2. Transectos Praiais por município.

Municípios	Transectos Praiais	Acresção	Estável	Erosão	Criticamente Erodido	Total
Mataraca	TP1 até TP25	14	6	3	2	25
Baía da Traição	TP26 até TP51	9	10	6	1	26
Marcação	TP52 até TP62	2	6	2	1	11
Rio Tinto	TP63 até TP84	3	18	0	1	22
Lucena	TP85 até TP111	19	6	1	1	27
Cabedelo	TP112 até TP134	13	8	2	0	23
João Pessoa	TP135 até TP182	7	15	11	15	48
Conde	TP183 até TP214	4	21	6	1	32
Pitimbu	TP215 até TP254	19	9	2	10	40

Elaboração: Os autores (2025).

Com base na classificação proposta por Esteves & Finkl (1998), considerando a LRR em metros por ano, verificou-se que 35,43% dos transectos apresentam acresção sedimentar, 38,98% indicam estabilidade e 25,59% correspondem a processos erosivos, dos quais 12,99% são de erosão e 12,60% de criticamente erodido, conforme Figura 3.

Figura 3. Percentual das taxas de variação da linha de costa baseada nos valores de LRR).



Elaboração: Os autores (2025).

No setor do Litoral Norte, predominam praias estáveis e em acresção, com destaque para Lucena, que apresentou a maior proporção de áreas em avanço da linha de costa. Rio Tinto apresentou comportamento estável na maior parte de sua extensão, enquanto Baía da Traição e Marcação registraram



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



maiores ocorrências de erosão, refletindo a influência de fatores locais como dinâmica de correntes, morfologia praial e aporte sedimentar.

Já o setor do Litoral Sul apresentou maior complexidade dinâmica, com equilíbrio entre estabilidade, acreção e erosão, porém com predomínio de processos erosivos em trechos específicos. João Pessoa concentrou a maior proporção de áreas erosivas, seguida por Pitimbu, onde os transectos indicaram recuo da linha de costa. Em contrapartida, Cabedelo e Conde mostraram predominância de praias estáveis e em acreção, com menores taxas de erosão.

De forma geral, os resultados indicam que o litoral paraibano é dinâmico, caracterizado pelo predomínio de estabilidade e acreção, embora apresente ocorrências significativas de erosão, especialmente em trechos do Litoral Sul. Essa configuração reflete uma tendência geral de equilíbrio morfodinâmico, com variações regionais marcantes e indícios de recuo localizado em áreas mais vulneráveis.

4 CONCLUSÃO

A análise da linha de costa do Estado da Paraíba, entre 1984 e 2016, evidencia um litoral dinâmico, marcado por variações espaciais significativas entre os setores Norte e Sul. Dos 254 transectos analisados, 35,43% apresentaram tendência à acreção, 38,98% estabilidade e 25,59% erosão, sendo esta última dividida entre 12,99% de erosão moderada e 12,60% de criticamente erodido.

De modo geral, o Litoral Norte apresenta predomínio de estabilidade e acreção, com destaque para o município de Lucena, enquanto Baía da Traição e Marcação registram focos erosivos associados a fatores locais, como dinâmica hidrossedimentar e morfologia praial. Já o Litoral Sul demonstra maior complexidade morfodinâmica, com equilíbrio entre estabilidade, acreção e erosão, embora João Pessoa e Pitimbu concentrem os trechos mais suscetíveis ao recuo costeiro. Em contraste, Cabedelo e Conde mantêm condições de mais estabilidade e acreção.

Os resultados obtidos na plataforma CASSIE configuram uma base preliminar de diagnóstico da evolução costeira paraibana, contribuindo para o entendimento dos padrões espaciais de erosão e acreção ao longo do tempo.

Ressalta-se, contudo, a necessidade de monitoramentos contínuos e integrados, capazes de associar as informações derivadas de sensoriamento remoto às características geológicas e geomorfológicas locais.

A pesquisa segue em andamento, com aprofundamento das análises por município e incorporação de imagens Sentinel-2 (10 m de resolução e revisita de 5 dias) para o período de 2016 até



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



os dias atuais, o que permitirá refinar as tendências identificadas e subsidiar ações mais eficazes de gestão e planejamento costeiro no Estado da Paraíba.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P.; OLIVEIRA, I. E.; LYRA, R.; DAZZI, R. L. S.; MARTINS, V. G.; KLEIN, A. H. DA F. Coastal analyst system from space imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. **Environmental Modelling & Software**. 140. 2021. (doi:[10.1016/j.envsoft.2021.105033](https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105033)).

BRASIL. **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa – PROCOSTA** [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. – Brasília, DF: MMA, 2018. (ISBN: 978-85-7738-362-7).

DOMINGUEZ, J. M. L.; NEVES, S. M.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; GUIMARÃES, J. K. Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018. (ISBN: 978-85-7738-394-8).

DOMINGUEZ, J. M. L. NEVES, S. M. BITTENCOURT, A.C.S.P. Sandy Beaches of the State of Paraíba: The Importance of Geological Heritage. In: SHORT, A. D. KLEIN, A.H.F. (Org.) **Brazilian Beach Systems**. Springer, 2016. (doi:[10.1007/978-3-319-30394-9_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_9)).

ESTEVES, L.S. & FINKL, C.W. The Problem of Critically Eroded Areas (CEA): An Evaluation of Florida Beaches. **Journal of Coastal Research**, SI 26, 11-18 (1998). (ISSN: 0749-0208).

FARINACCIO, A. & TESSLER, M. G. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira – uma proposta metodológica. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, UNIVALI, Santa Catarina, v. 4, n.10, 2010. (E-ISSN: 1646-8872).

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. The state of the world's beaches. **Sci Rep** 8, 6641 (2018). (doi:[10.1038/s41598-018-24630-6](https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6)).

MENTASCHI, L.; VOUSDOKAS, M. I.; PEKEL, J. F.; VOUKOUVALAS, E.; FEYEN, L. Global long-term observations of coastal erosion and accretion. **Sci Rep** 8, 12876 (2018). (doi:[10.1038/s41598-018-30904-w](https://doi.org/10.1038/s41598-018-30904-w)).

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (org.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005. (ISBN: 978-85-7738-394-8).

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista Gestão Costeira Integrada**. 2009. (doi:[10.5894/rgci147](https://doi.org/10.5894/rgci147)).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



FORMAÇÃO E DINÂMICA SEDIMENTAR DO PONTAL DE TAMBAÚ, JOÃO PESSOA – PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL

Larissa Fernandes de Lavor^{1*}; Marcus André Silva²; Moacyr Cunha de Araújo Filho³; Christianne Maria da Silva Moura⁴; Alexandre dos Santos Souza⁵; Cláudio Dibas da Natividade⁶; Karina Massei⁷; Carlos Alberto C. Soares⁸; Marcos Saboya⁹; Nadja Cecília de Freitas Silva¹⁰; João Victor Araújo da Silva¹¹; Vinícius Ferreira de Lima¹²

¹Universidade Federal de Pernambuco; Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0001-7607-440X/larilavor@gmail.com>; larissa.lavor@ifpb.ed.br/ <http://lattes.cnpq.br/1326320490803618>; ²Universidade Federal de Pernambuco/ <https://orcid.org/0000-0001-9749-6644/marcus.oceano@gmail.com>/ <http://lattes.cnpq.br/8863425142791710>; ³Universidade Federal de Pernambuco/ <https://orcid.org/0000-0001-8462-6446/moa.ufpe@gmail.com>/ <http://lattes.cnpq.br/3645486282001832>; ⁴ Universidade Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0002-7907-4074/cms@academico.ufpb.br>/ <http://lattes.cnpq.br/0391997416940718>; ⁵ Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0003-4670-0734/alexandre-souza.as@ifpb.edu.br>/ <http://lattes.cnpq.br/6688966178198878>; ⁶ Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0001-8451-0128> / <http://lattes.cnpq.br/1779243886195105>; ⁷ Universidade Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0003-4152-1147/karina.massei@academico.ufpb.br>/ <http://lattes.cnpq.br/3077071316754997>; ⁸ Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0009-0003-6693-2353/carlossigpreamarpb@gmail.com> / <http://lattes.cnpq.br/8128448784064527>; ⁹ Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0009-0006-0392-7209/saboyamarcos.oceano@gmail.com>/ ¹⁰Universidade Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0009-0002-4516-3236/nadjacecilia30@gmail.com> / <http://lattes.cnpq.br/4486287127627745>; ¹¹ Universidade Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0009-0005-8474-5089/joavictor3bg@gmail.com>/ <http://lattes.cnpq.br/2139039836409188>; ¹² Instituto Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0000-0001-5338-3031/viniciusgeo.lima@gmail.com>/ <http://lattes.cnpq.br/2587161096194566>

*Autor correspondente: larilavor@gmail.com

RESUMO: O Pontal da praia de Tambaú constitui uma feição arenosa localizada em João Pessoa (PB). Sua formação resulta da interação entre processos sedimentares e hidrodinâmicos em um contexto costeiro urbanizado, sujeito a intensa pressão antrópica. O Pontal representa um ambiente dinâmico, no qual a urbanização potencializou processos erosivos e modificou a morfodinâmica local. O presente estudo analisa a dinâmica sedimentar e a hidrodinâmica que atuam na formação do Pontal e em suas áreas adjacentes, considerando a influência das intervenções humanas na morfologia costeira. A metodologia utilizou perfis topográficos, coleta de sedimentos, modelagem hidrodinâmica com SMC-Brasil e modelagem da variação de linha de costa com CASSIE. Os resultados indicam que a formação do Pontal de Tambaú está relacionada ao transporte longitudinal de sedimentos e ao regime de correntes litorâneas, que formam correntes de retorno, favorecendo a deposição dos sedimentos em pontais perpendiculares a costa e a formação de enseadas assimétricas nas áreas adjacentes.

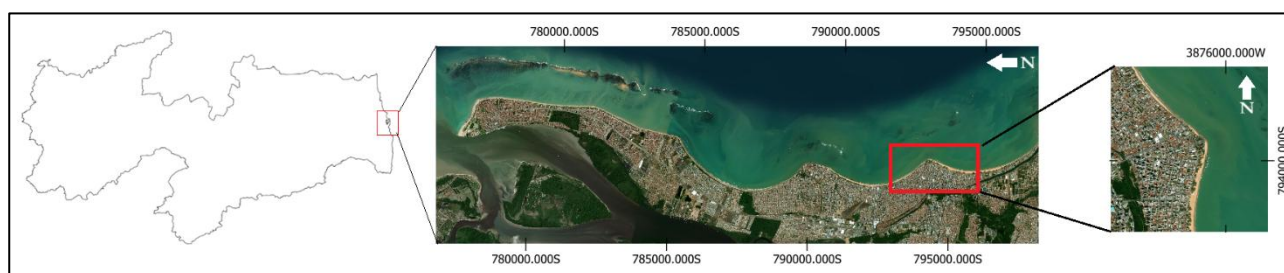
Palavras-chave: Dinâmica Costeira. Hidrodinâmica. Pontais Arenosos. Pontal de Tambaú. Variação de Linha de Costa.

1 INTRODUÇÃO

A área de estudo compreende o Pontal de Tambaú e suas adjacências, abrangendo a faixa litorânea situada entre as praias do Cabo Branco, Tambaú e Manaíra, com extensão aproximada de 6,5 km (Figura 1). O Pontal está inserido em uma planície costeira disposta paralelamente à linha de praia, cuja

configuração resulta da interação entre processos marinhos e fluviais. Essa planície abriga cúspides arenosas dispostos perpendicularmente à costa, desenvolvidos sob influência predominantemente marinha e moduladas pela presença de recifes, remanescentes de antigas linhas de costa, que funcionam como barreiras naturais, dissipando a energia das ondas e favorecendo a deposição de sedimentos.

Figura 1. Localização geográfica do Pontal de Tambaú



Fonte: Autores (2025)

A dinâmica sedimentar e hidrodinâmica da região se manifesta em diferentes escalas espaço-temporais. Em nível regional (mesoescala), a evolução morfológica de longo prazo do Pontal de Tambaú é condicionada pela deriva litorânea predominante, impulsionada pela incidência oblíqua das ondas, responsável pela acreção sedimentar e pela progradação da feição. Em escala local (microescala), a fragmentação das barreiras recifais submersas atua como controle batimétrico e morfológico, modulando a propagação das ondas e redistribuindo a energia incidente.

Paralelamente aos fatores naturais, observa-se uma intensa transformação da paisagem costeira decorrente da urbanização. O município de João Pessoa apresenta elevado grau de ocupação, com 210,044 km² de área urbana (IBGE, 2022), incorporando amplamente os espaços litorâneos à malha construída. Assim, o presente artigo tem como objetivo analisar a dinâmica sedimentar e os processos hidrodinâmicos que atuam na formação do Pontal de Tambaú e em suas áreas adjacentes, considerando a influência das atividades antrópicas na configuração e evolução da morfologia costeira.

2 METODOLOGIA

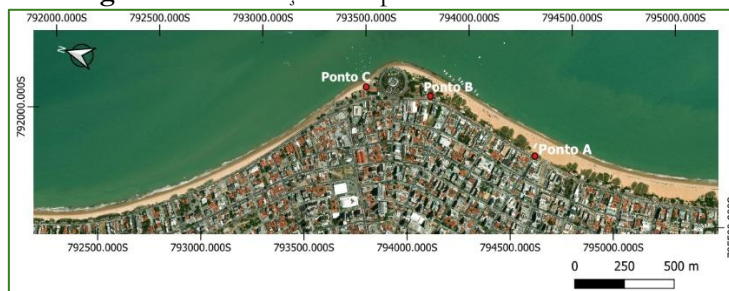
A escolha dos pontos de monitoramento para a elaboração dos perfis topográficos e a coleta de sedimentos foi realizada com base na aplicação prévia de um checklist de caracterização ambiental, voltado para a identificação de áreas suscetíveis a retrogradação e progradação, aplicado em campanhas de campo, nos meses de julho e agosto de 2024 nas praias de Manaíra e Tambaú, figura 2.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 2. Localização dos pontos de monitoramento



Fonte: Autores (2025)

Para a realização dos perfis topográficos, utilizou-se a metodologia de Emery (1961) com adaptações, por meio de leituras em visadas horizontais, que estabelecem a diferença do nível do terreno, perpendicular à linha de costa. Essas medições estão sendo feitas desde a pós-praia, quando presente, até a zona de antepraia, entre 10 m após a linha d'água no perfil submerso. Juntamente com os dados topográficos, foram coletados sedimentos ao longo dos perfis traçados, na face de praia. Após cada coleta, os sedimentos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente analisados em laboratório.

Para caracterização do clima de onda, com medição de correntes e transporte de sedimentos utilizou-se o software SMC-Brasil (Sistema de Modelagem Costeira), licença cedida pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB (número de série 6382313/ IDYJM03SP). A aplicação SMC-Brasil permitiu realizar uma análise histórica de 60 anos de dados (1948 e 2008), do clima de ondas, formação de correntes e transporte de sedimentos (Dalinghaus, 2016).

Outra ferramenta utilizada nesse estudo foi CASSIE, ambiente virtual com aplicação de código aberto que integra os serviços do *Google Earth Engine* (GEE). Na análise, utilizou-se imagens do satélite Sentinel em uma escala temporal de 2016 a 2025, com resolução espacial de 10 metros e 2,25% de presença de nuvem. Os parâmetros definidos para os transectos incluíram espaçamento de 100 metros e extensão de 800 metros. Quanto ao coeficiente de limiarização, optou-se por manter o valor zero (0). A variação da linha de costa foi analisada por meio das métricas *EPR* e *LRR*, que quantificam respectivamente a taxa média anual de deslocamento e a tendência de longo prazo por regressão linear. O *NSM*, por sua vez, representa o deslocamento absoluto da linha de costa, adotando valores positivos para progradação e negativos para erosão. Enquanto o *EPR* é sensível a eventos pontuais e revela fases erosivas ou acrescionais específicas, o *LRR* suaviza oscilações e evidencia a tendência geral do período analisado. A integração de ambas as métricas em um único quadro interpretativo otimizam a visualização dos resultados, permitindo identificar simultaneamente variações temporais e padrões de longo prazo, evitando que tendências médias ocultem trechos erosivos.



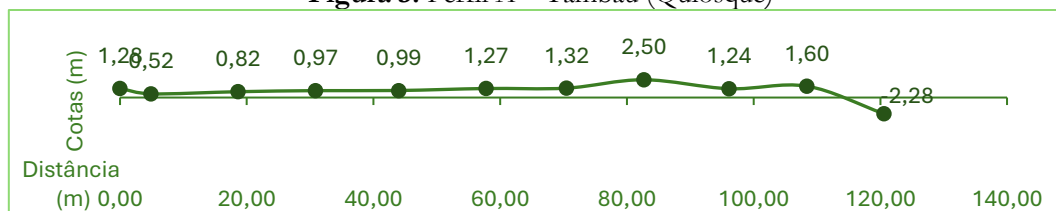
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Morfologia e sedimentologia das áreas monitoradas

Perfil A – Tambaú (Quiosque)

Localizado na Praia de Tambaú, nas coordenadas 9212716 e 298602, o perfil (Figura 3) apresentou uma morfologia suavemente ondulada, com variação altimétrica entre aproximadamente +1,8 m e -2,0 m. O traçado do perfil evidencia uma pós-praia ampla e de baixa declividade, com pequenas oscilações altimétricas que sugerem a presença de bermas de espraçamento formadas por eventos de maré alta e ondas de média energia. A área apresentou sedimentos compostos por areia média a fina, revelando um ambiente de deposição com predominância de processos de transporte e rearranjo sedimentar típicos de praias de baixa energia.

Figura 3. Perfil A – Tambaú (Quiosque)

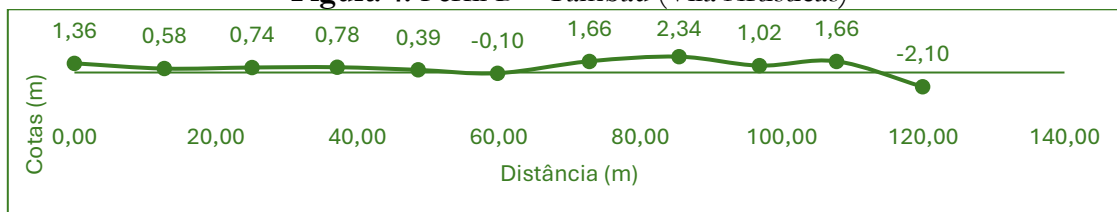


Fonte: Autores (2025)

Perfil B - Tambaú (Vila Artística)

Localizado na praia de Tambaú, nas coordenadas 9213310.79 e 298736.96 o perfil (Figura 4) apresentou um pós-praia amplo e pouco inclinado, com pequenas ondulações que indicam a presença de dunas recobertas por vegetação de restinga. Também se observa a formação de bermas originadas por eventos de maré alta e ondas de média energia. Os sedimentos são predominantemente compostos por areia média a fina, típicos de praias de energia moderada. Pequenas variações granulométricas podem estar associadas à ação local de correntes litorâneas e episódios de ressaca.

Figura 4. Perfil B – Tambaú (Vila Artísticas)



Fonte: Autores (2025)

Perfil C – Manaíra (colônia dos Pescadores)

Localizado na praia de Manaíra, nas coordenadas 9213628.75 e 298691.06, o perfil (Figura 5) apresentou um pós-praia relativamente plano e pouco inclinado. A área apresenta areias médias a finas,

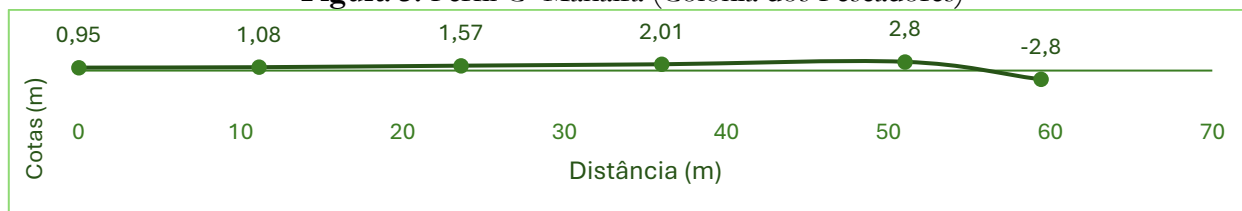


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



compatíveis com praias de energia moderada e boa dinâmica de retrabalhamento, refletindo um ambiente costeiro em equilíbrio dinâmico, mas sujeito a variações sazonais conforme o regime de ondas e marés.

Figura 5. Perfil C- Manaíra (Colônia dos Pescadores)



Fonte: Autores (2025)

3.2 Análise das taxas de variação da linha de costa.

A partir dos dados gerados pelo CASSIE, observa-se que o Pontal de Tambaú apresenta trechos em erosão e erosão crítica, sobretudo no setor sul, enquanto o setor norte mantém comportamento predominantemente estável a acrecional (Figura 6). Essa distribuição reflete a influência direta da incidência das ondas de leste e leste-sudeste sobre a face sul do pontal, que favorece o transporte longitudinal de sedimentos em direção ao norte.

Figura 6: Tendência da variação da linha de costa por trechos analisados no CASSIE



Fonte: Autores (2025)

No entanto, a análise baseada na variação temporal das linhas de costa (NSM, EPR e LRR) revela uma dinâmica mais complexa (Quadro 1). Entre 2016 e 2020, o setor sul apresentou valores negativos de NSM ($-2,35$ m) e EPR ($-0,47$ m/ano), caracterizando recuo e alta vulnerabilidade à erosão. Já no período de 2021 a 2025, observa-se inversão da tendência, com NSM positivo ($+3,72$ m) e EPR ($+0,75$ m/ano), indicando recuperação sedimentar recente. Essa mudança pode estar associada à redistribuição de sedimentos por correntes litorâneas de retorno e à atenuação da energia das ondas pelos recifes costeiros. No setor norte, os resultados indicam progradação contínua, com EPR médio de $+0,67$ m/ano (2016–2020) e $+5,97$ m/ano (2021–2025), reforçando o papel desse trecho como área de deposição.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Quadro 1. Média da tendência de variação da linha de costa na área de estudo

Setor	Período	NSM (m)	EPR (m/ano)	Tendência temporal	LRR (m/ano)	Tendência geral
Norte	2016–2020	3.23	0.67	Progradação	2.05	Progradação contínua
Norte	2021–2025	27.45	5.97	Progradação acentuada	2.05	Progradação contínua
Sul	2016–2020	-2.35	-0.47	Erosão	4.03	Progradação recente (recuperação)
Sul	2021–2025	3.72	0.75	Recuperação	4.03	Progradação recente (recuperação)

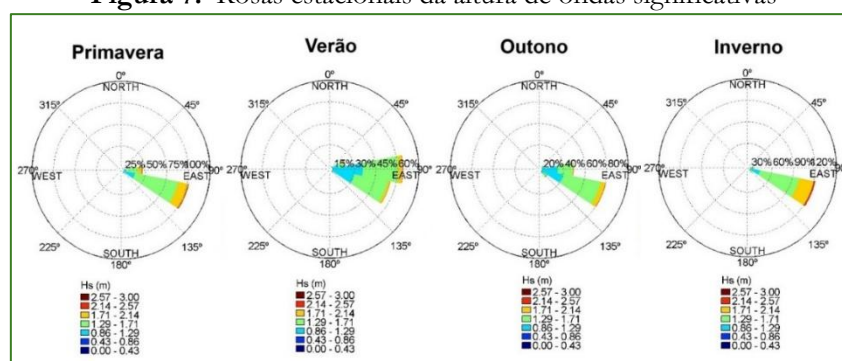
Fonte: Autores (2025)

Os perfis topográficos, comentados no tópico anterior, corroboram essa interpretação, evidenciando pós-praia ampla e estável em Manaíra (setor Norte) e declividade acentuada em Tambaú (setor sul), onde predominam processos erosivos. De modo geral, enquanto o CASSIE evidencia o estado atual de erosão, os parâmetros de variação temporal demonstram que o sistema apresenta ajustes cíclicos entre recuo e progradação, refletindo a interação entre ondas, correntes longitudinais e morfologias recifais que controlam a vulnerabilidade costeira no Pontal de Tambaú.

3.3 Clima de Ondas e Correntes Longitudinais

Os dados indicam que, na variabilidade do clima de ondas, predominam as direções leste-sudeste (ESE) seguida da de leste (E) (Figura 7).

Figura 7. Rosas estacionais da altura de ondas significativas



Fonte: SMC-Brasil (2008)

No verão, prevalecem ondas de E (60%), com alturas entre 0,86 m e 2,14 m. No outono, as ondas de ESE correspondem a 60%, com alturas também entre 0,86 m e 2,14 m. Durante o inverno, as ondas de ESE representam 90%, com alturas variando de 0,86 m a 2,57 m. Na primavera, as ondas de ESE representam 75%, com alturas entre 0,86 m e 2,57 m.



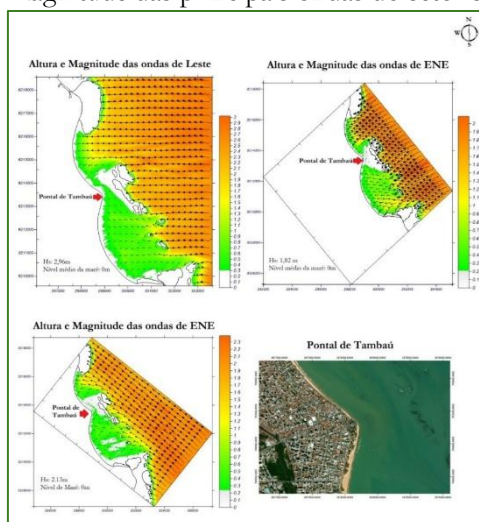
II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



3.3.1 Propagação de ondas para as praias analisadas

Dentre os *trend* de ondas analisados, as de direção E apresentaram maior velocidade, 3.02 m/s, enquanto as ondas de ENE se propagam a 2.08 m/s e as de ESSE a 2.38 m/s (Figura 8). Pode ser observado que no setor sul do pontal, as ondas tendem a refratar-se seguindo a orientação ESE, com exceção da onda originalmente de ESE, que ao encontrar-se com os recifes muda a orientação para E. Já na porção norte do pontal as ondas tendem a orientar-se para NE. A altura e velocidade dessas ondas quando atingem as áreas protegidas pelos recifes perde energia, formando ondas de baixo ângulo de incidência, caracterizada com ondas difusas.

Figura 8. Altura e Magnitude das principais ondas do setor sul da área de estudo



Fonte: SMC-Brasil (2008)

3.3.2 Correntes e magnitude das principais frentes de ondas para as praias analisadas

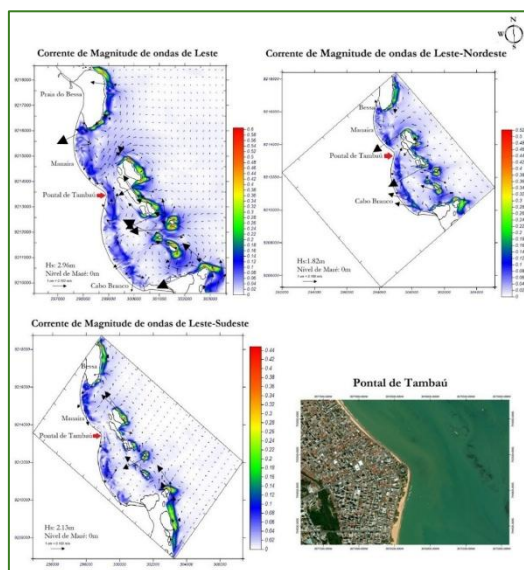
As ondas que atingem a área de estudo geram correntes costeiras e vórtices (correntes de retorno) com centros de rotação sobre os recifes, controlando o fluxo da água em relação à direção das ondas. No setor sul do Pontal de Tambaú, ondas de leste e leste-nordeste (<1 m/s) originam correntes sudeste (SE), acompanhando a deriva litorânea sul–norte (S–N). No setor norte, as correntes assumem direção nordeste (NE), seguindo o padrão norte–sul (N–S) e reforçando a predominância da corrente longitudinal N–S (Figura 9). Essa corrente resulta da interação entre fluxos formados ao norte da cúspide de Tambaú, especialmente próximos ao recife da Praia do Bessa. Em Manaíra, há dissipação da energia e deposição parcial de sedimentos, sugerindo perda de material para zonas mais profundas ou redirecionamento pela deriva.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 9. Correntes e magnitude das principais ondas.



Fonte: SMC-Brasil (2008)

4 CONCLUSÃO

O estudo atingiu o objetivo de analisar os processos sedimentares e hidrodinâmicos que atuam na formação do Pontal de Tamboú, destacando a influência das correntes de retorno e da deriva litorânea norte-sul (N-S) como elementos coadjuvantes na configuração da linha de costa e no desenvolvimento dos pontais arenosos. A aplicação conjunta do SMC-Brasil e da análise multitemporal de variação de linha de costa pelo CASSIE permitiu identificar ajustes cíclicos entre erosão e progradação, com recuperação recente no setor sul e estabilidade no setor norte. Os resultados demonstram que a interação entre ondas, recifes e correntes longitudinais controla o transporte e a redistribuição sedimentar, mesmo em um ambiente urbano intensamente modificado, onde a ocupação interfere na dinâmica natural. Considerando o caráter pontual do monitoramento, recomenda-se a continuidade das análises em diferentes períodos para consolidar as tendências observadas e aprimorar o entendimento da evolução morfológica do Pontal de Tamboú.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa Estratégico de Estruturas Artificiais Marítimas (PREAMAR) e aos laboratórios LEGAN – Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais e LOFEC – Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira pelo apoio financeiro, logístico, técnico e pessoal.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Referências

CASSIE. **Manual de uso básico**. [S.l.]: CASSIE Engine / Google Earth Engine, 2025. Disponível em: https://cassiengine.org/Manual_de_uso_basico.pdf. Acesso em: 17/08/2025.

DALINGHAUS, C. 2016. **Análise da estabilidade da forma em planta e perfil nas praias da Barra da Lagoa, Moçambique e Ingleses, Florianópolis - SC: aplicações em análise de perigos costeiros**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina – Pós-Graduação em Geografia, 200p.

EMERY, K. O. A simple method of measuring beach profiles. **Limnology Oceanography**, v. 6, p. 90-93, 1961. DOI: <https://doi.org/10.4319/lo.1961.6.1.0090>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: Cabedelo e João Pessoa. Brasília, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil>. Acesso em: 04 janeiro. 2024.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO LITORAL DA PARAÍBA: MONITORAMENTO PARTICIPATIVO VIA SISFAUMAR-PB

Maria Jackelyne Lima de Aguiar^{1*}; Karina Massei²; Jéssica Joseane Viana de Vasconcelos³; Margarida Alcoforado Furquim Lins⁴; Wendy Jennifer Parker Mendonça⁵

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/ <https://orcid.org/0009-0005-9681-9698/>
jackelynelimadeaguiar.sisfaumar@gmail.com/<https://lattes.cnpq.br/5176653099137200>;

²PRODEMAUFPB/<https://orcid.org/0000-0003-4152-1147>/karina.massei@gmail.com/<http://lattes.cnpq.br/3077071316754997>;

³PREAMAR/<https://orcid.org/0009-0005-5318-2113>/jessicavasconcelosux@gmail.com/<https://lattes.cnpq.br/2277658753820938>;

⁴PREAMAR/<https://orcid.org/0009-0002-4315-5531>/dida.flor.ufpb@gmail.com/<https://lattes.cnpq.br/8732727104382068>;

⁵SISFAUMAR/<https://orcid.org/0009-0008-1589-4621>/wendy.jennifer@academico.ifpb.edu.br/<http://lattes.cnpq.br/3728802430404300>

*Autor correspondente: jackelynelimadeaguiar.sisfaumar@gmail.com

RESUMO: A erosão costeira representa um dos principais desafios ambientais do litoral da Paraíba, afetando comunidades, ecossistemas e atividades econômicas ligadas ao turismo. Para mitigação, foram implantados anteparos erosivos como obras de contenção mistas (paliçada e enrocamento), enrocamentos, gabiões e muros de arrimo, construídos com rochas ígneas e blocos de concreto. Embora tragam benefícios imediatos, como a proteção de áreas urbanas e infraestruturas, também apresentam riscos, incluindo alteração da dinâmica sedimentar, poluição, acidentes com banhistas e animais e impacto na atratividade turística. O objetivo deste trabalho é discutir sobre os principais tipos de estruturas empregadas, seus riscos e benefícios. Observa-se que, apesar da eficiência inicial, tais soluções rígidas tendem a intensificar processos erosivos em áreas vizinhas e reduzir a resiliência natural do litoral. Conclui-se que estratégias híbridas, combinando obras de engenharia com soluções baseadas na natureza, devem ser priorizadas para assegurar proteção costeira sustentável.

Palavras-chave: Estruturas Rígidas. Gestão Costeira. Sustentabilidade e Turismo.

1 INTRODUÇÃO

A erosão costeira é um processo natural decorrente da interação entre ondas, marés, ventos e correntes, resultando na mobilização de sedimentos. Esse fenômeno, contudo, vem sendo intensificado pelo aumento do nível do mar e por pressões antrópicas, como a ocupação desordenada da zona costeira, a construção de obras inadequadas e a supressão de ecossistemas protetores, como restingas (Amaro *et al.*, 2014; Scudelari *et al.*, 2016).

No litoral da Paraíba, episódios de avanço do mar têm ocasionado perdas econômicas, ambientais e sociais, afetando infraestruturas urbanas, o turismo e comunidades que dependem dos recursos costeiros (Araújo *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2017). Esse processo está relacionado ao desequilíbrio no balanço



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



sedimentar, agravado por ações humanas, como retirada de vegetação, dragagens e construções próximas à praia, que resultam em déficit sedimentar e recuo da linha de costa (Muehe, 2018).

Como resposta, diferentes estruturas de contenção, enrocamentos, obras mistas, gabiões e muros de arrimo, vêm sendo implantadas. Embora ofereçam proteção imediata, estudos mostram que, isoladamente, podem intensificar a erosão em trechos adjacentes, alterar a circulação costeira, impactar a paisagem e reduzir a atratividade turística (Muehe, 2018).

Diante disso, o fortalecimento da gestão costeira é essencial. O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/1988) estabelece diretrizes para intervenções na zona costeira (Brasil, 1988), e a Lei de Uso e Ocupação do Solo de João Pessoa (LUOS) prevê critérios locais, como as Zonas Especiais de Proteção Ambiental (João Pessoa, 2024).

Nesse contexto, destacam-se as soluções baseadas na natureza, como a conservação de restingas, ecossistemas de grande relevância para a resiliência urbana frente às mudanças climáticas (Buckeridge, 2023). Complementarmente, ferramentas digitais ampliam a participação social e a coleta de dados em tempo real. A plataforma Sisfaumar-PB (Soares *et al.*, 2020) surge como instrumento de ciência cidadã voltado ao monitoramento da fauna marinha e de incidentes costeiros, permitindo registrar ocorrências de erosão, alterações em ecossistemas e impactos de obras de contenção.

Ao integrar relatos populares e informações técnicas, a plataforma fortalece a gestão costeira, amplia a conscientização coletiva e fornece subsídios práticos para decisões de gestores públicos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar os riscos e problemas associados às estruturas de contenção implementadas nas praias de João Pessoa e Cabedelo, destacando seus impactos socioambientais e a necessidade de integrar alternativas sustentáveis e participativas no planejamento costeiro.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é do tipo aplicada, pois busca gerar informações e subsídios que possam apoiar a gestão costeira e a mitigação de impactos das estruturas de contenção de erosão. Ela também é descritiva, por registrar e detalhar características das obras, seus materiais, impactos socioambientais e efeitos observados, e exploratória, ao investigar padrões de erosão e impactos ainda pouco documentados, integrando diferentes fontes de informação.

A abordagem é qualitativa e quantitativa, combinando observações de campo, levantamento documental e registros de ciência cidadã por meio da plataforma digital Sisfaumar-PB. O estudo foi conduzido em praias urbanas da Paraíba, nos municípios de João Pessoa e Cabedelo, selecionadas por apresentarem os trechos mais afetados, dentro dos registros encontrados na plataforma, por processos



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



erosivos e pela presença de diferentes tipos de estruturas de contenção (enrocamentos, paliçadas, gabiões e muros de arrimo), permitindo comparações entre as áreas.

Os sujeitos da pesquisa incluem moradores locais, turistas e pesquisadores que registraram ocorrências ambientais na plataforma, voltada ao monitoramento de fauna marinha e incidentes costeiros. As informações coletadas foram sistematizadas em quatro eixos temáticos: (i) tipos de estruturas e materiais; (ii) riscos e problemas associados; (iii) benefícios e resultados observados; e (iv) alternativas sustentáveis e participativas.

Para a coleta de dados, foram realizadas observações diretas em campo, com registro fotográfico, medições e anotações sobre impactos socioambientais, complementadas pelos registros do Sisfaumar-PB, que permitiram identificar alterações nos ecossistemas, ocorrência de erosão e impactos sobre a fauna marinha. As informações de campo e da plataforma foram analisadas em conjunto, possibilitando a identificação de áreas críticas, avaliação da eficácia das estruturas de contenção e compreensão de padrões de impacto ao longo do tempo.

As coletas ocorreram de forma sazonal, utilizando os registros enviados pela plataforma, e, como forma de reforço, foram realizadas observações específicas nas estruturas entre maio e agosto de 2025. Esse procedimento permitiu identificar alterações nos ecossistemas, ocorrência de erosão e impactos sobre a fauna marinha.

A pesquisa seguiu normas de ética e boas práticas ambientais, não envolvendo coleta de seres humanos nem de animais silvestres. Para o monitoramento de fauna e incidentes, foram respeitadas as orientações de ciência cidadã, e não se fez necessária autorização do SISBIO para espécies não ameaçadas.

Os dados coletados visam fornecer subsídios para o planejamento costeiro e mitigação de impactos negativos, além de demonstrar o potencial da plataforma Sisfaumar-PB como ferramenta de monitoramento ambiental e de engajamento da sociedade na conservação costeira.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise preliminar das estruturas de contenção de erosão implantadas nas praias urbanas de João Pessoa e Cabedelo evidencia não apenas sua função protetiva imediata, mas também uma série de impactos ambientais, sociais e de segurança que comprometem a dinâmica costeira a longo prazo.

As obras mistas, que combinam paliçadas e enrocamentos, utilizam elementos verticais de madeira ou metal associados a blocos de rocha, oferecendo estabilidade inicial e certa dissipação da energia das ondas. Contudo, essa intervenção modifica o fluxo natural das correntes e tende a deslocar o problema erosivo para trechos adjacentes.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Os gabiões, compostos por caixas metálicas preenchidas com pedras, apresentam maior drenagem e flexibilidade, mas sua durabilidade é limitada pela corrosão e pelo desgaste dos materiais, exigindo manutenção frequente. Já os muros de arrimo, construídos em concreto armado, são estruturas rígidas e pouco permeáveis, o que intensifica o impacto das ondas e acelera a erosão na base e nas extremidades das construções.

Apesar de proporcionarem uma proteção imediata à infraestrutura urbana, o efeito é muitas vezes temporário e gera desequilíbrios morfodinâmicos significativos. Com o desgaste provocado pelas forças do mar, essas obras se tornam instáveis, apresentando rachaduras, deslocamentos e desprendimento de blocos, o que representa riscos à segurança de banhistas e visitantes (Figura 1). Assim, a manutenção constante e o monitoramento técnico são essenciais, embora nem sempre realizados de forma efetiva, o que agrava ainda mais os impactos socioambientais observados.

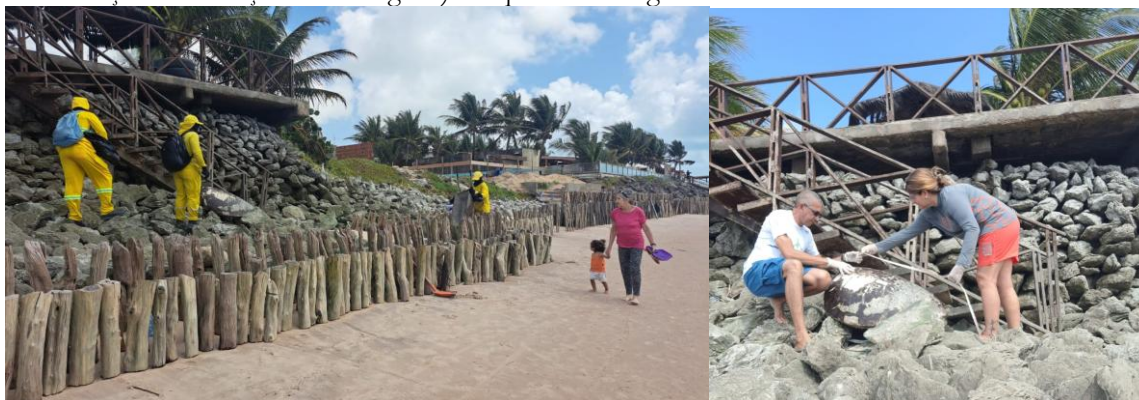
Figura 1 – Estruturas de contenção na praia de Camboinha. a) Estrutura de paliçada e enrocamento com fragmentos deslocados pela maré, representando risco aos banhistas. b) Construções costeiras utilizando estruturas de contenção.



Fonte: Fotografia de Vasconcelos (Plataforma Sisfaumar, 2025).

Além disso, o acúmulo de resíduos sólidos, especialmente plásticos, entre as pedras das estruturas de contenção de erosão podem atrair fauna marinha, levando a encalhes de animais que confundem os resíduos com alimento (Agência Portuguesa Do Ambiente, 2017) (Figura 2).

Figura 2 – Animal em decomposição entre pedras de contenção na praia do Seixas. a) Agentes de limpeza realizando a remoção da carcaça de tartaruga. b) Pesquisadores registrando o encalhe do animal.



Fonte: Fotografia de Massei (Plataforma Sisfaumar, 2024).

Também compromete a estética e a qualidade ambiental das praias, afastando turistas e banhistas (Figura 3).

Figura 3 – Lixo acumulado entre as estruturas de contenção na praia do Bessa.



Fonte: Fotografia de Aguiar (Plataforma Sisfaumar, 2025).

Os resultados reforçam o potencial da plataforma Sisfaumar-PB como ferramenta de apoio à gestão costeira, especialmente ao evidenciar a contribuição dos registros de ciência cidadã na identificação de áreas críticas e na mobilização comunitária. Contudo, ainda é necessário ampliar a adesão dos usuários e integrar os dados obtidos com políticas públicas permanentes de monitoramento ambiental.

Em termos de gestão costeira, as observações confirmam que estruturas rígidas tendem a intensificar a erosão em trechos adjacentes, reforçando a necessidade de planejamento integrado que considere a dinâmica sedimentar e o impacto cumulativo das obras. Alternativas que combinem



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



intervenções físicas com preservação de ecossistemas naturais, como dunas e restingas, e que incorporem a participação da comunidade no monitoramento, apresentam maior potencial de resiliência costeira.

A análise também aponta a importância de consolidar os dados obtidos por plataformas digitais em políticas públicas permanentes, garantindo continuidade do monitoramento e fornecendo subsídios objetivos para decisões de gestão. Dessa forma, a integração entre tecnologia, pesquisa e ação comunitária se mostra estratégica para a implementação de soluções sustentáveis frente à erosão costeira.

4 CONCLUSÃO

As estruturas de contenção de erosão analisadas em João Pessoa e Cabedelo demonstram eficácia imediata na proteção de áreas urbanas, mas apresentam impactos socioambientais e riscos à segurança pública, como acúmulo de resíduos, encalhes de fauna, dificuldades de locomoção e acidentes potenciais devido a pedras soltas. Esses efeitos reforçam a necessidade de planejamento cuidadoso e manutenção contínua das obras.

O monitoramento participativo realizado por meio da plataforma Sisfaumar-PB permitiu identificar acúmulo de lixo, alterações nos ecossistemas e ocorrências de fauna, fornecendo subsídios para ações preventivas e corretivas na gestão costeira. Com base nos dados coletados, podem ser propostas políticas públicas mais direcionadas, programas regulares de limpeza costeira, manutenção periódica das estruturas e campanhas educativas junto à comunidade local.

Portanto, a integração de soluções participativas e sustentáveis, incluindo a preservação de ecossistemas naturais e o engajamento da comunidade local, é fundamental para conciliar a proteção da infraestrutura urbana com a conservação ambiental e a mitigação dos efeitos da erosão costeira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Quais são os impactos causados pelo lixo marinho?** Disponível em: <https://apambiente.pt/residuos/quais-sao-os-impactos-causados-pelo-lixo-marinho>. Acesso em: 29 set., 2025.

AMARO, V.E.; GOMES, L.R.S.; LIMA, F.G.F.; SCUDELARI, A.C.; NEVES, C.F.; BUSMAN, D.V. & SANTOS, A.L.S. Multitemporal analysis of coastal erosion based on multisource satellite images, Ponta Negra Beach, Natal City, Northeastern Brazil. **Marine Geodesy**, 38(1): 1-25, 2014.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA, C. V.; SOUZA, F. O. Erosão costeira e gestão integrada do litoral nordestino. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 1125–1138, 2020.



BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988.** Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília: Diário Oficial da União, 1988.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº 166, de 29 de abril de 2024.** Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo no município de João Pessoa e dá outras providências. Diário Oficial do Município de João Pessoa, João Pessoa, 30 abr., 2024.

LOCOSSELLI, G.M.; BUCKERIDGE, M.S. **The science of urban trees to promote well-being.** *Trees* 37, 1–7, 2023.

MUEHE, D. Erosão costeira: causas, consequências e alternativas de mitigação. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 18, n. 1, p. 5–19, 2018.

PARAÍBA. **Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro.** Governo do Estado da Paraíba, 2015.

SILVA, I. R.; COSTA, L. T.; LIMA, E. F. Turismo e impactos da erosão costeira no Nordeste brasileiro. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 17, n. 2, p. 45–61, 2017.

SCUDELARI, A.C.; NEVES, C.F.; AMARO, V.E. & SANTOS, O.F. Ponta Negra Beach, Natal, Brazil: A Roll and Rock Story. **Journal of Coastal Research: Special Issue**, 75: 815-819, 2016.

SOARES, LARIESSA *et al.* Ciência cidadã como forma de identificação de ocorrência de espécies não nativas na Amazônia: Citizen science as a way of identifying the occurrence of non-native species in the Amazon. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 145-159, 2020.

SPALDING, M. D. *et al.* **Mangroves for coastal defence: Guidelines for risk reduction through mangrove restoration and management.** Wetlands International and The Nature Conservancy, 2014.

TEMMERMAN, S. *et al.* Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. **Nature**, v. 504, p. 79–83, 2013.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



QUANTIFICAÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS RESULTANTE DO ATERRO HIDRÁULICO DA PRAIA DE PONTA NEGRA, NATAL/RN

Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa^{1*}; Caio Vítor Macêdo Pereira²; Bárbara Hillary de Almeida Pinto³; Joyce Clara Vieira Ferreira⁴; Carlos Wilmer Costa⁵

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)/ORCID: 0009-0000-6546-3899/matheusnatancivil@gmail.com/ID Lattes: 1060335248924504;

²UFRN/ORCID: 0000-0003-0668-5234/caiomp2010@hotmail.com/ID Lattes: 9303456149347273;

³UFRN/ORCID: 0009-0001-5744-0432/barbara.pinto.101@ufrn.edu.br/ID Lattes: 8758145955384877;

⁴UFRN/ORCID: 0000-0002-8642-9697/joyceclaravfgeo@gmail.com/ID Lattes: 2614645969145259;

⁵UFRN/ORCID: 0000-0002-3148-0030/wilmer.costa@ufrn.br/ID Lattes: 6913631503818679

RESUMO: A Praia de Ponta Negra, principal cartão-postal de Natal/RN, tem sido afetada pela intensa erosão costeira devido à ação combinada de ondas, marés, ventos e pressões antrópicas, como urbanização e turismo. Entre 2024 e 2025, foi realizada uma obra de aterro hidráulico visando recompor a faixa de areia e proteger a infraestrutura urbana existente. Este estudo apresenta uma avaliação quantitativa do volume de sedimentos depositados durante a intervenção, utilizando levantamentos topobatimétricos pré e pós-obra. O monitoramento considerou perfis topobatimétricos transversais ao longo da praia, permitindo analisar a redistribuição espacial do material e identificar trechos mais suscetíveis à erosão. Os resultados indicam um aporte aproximado de 1,5 milhão de metros cúbicos de areia, com maior acúmulo na região central e sul da praia, especialmente nas proximidades do Morro do Careca. Verificou-se também a modificação da geomorfologia costeira, com alargamento e suavização da inclinação da pós-praia. Os resultados apontam a necessidade de monitoramento contínuo da dinâmica sedimentar, integrando variáveis ambientais e geotecnologias, para subsidiar estratégias de gestão costeira, manutenção do aterro e mitigação de riscos associados à erosão marinha, promovendo a proteção da infraestrutura urbana e a sustentabilidade do turismo local.

Palavras-chave: Aterro hidráulico. Monitoramento litorâneo. Dinâmica sedimentar. Gestão costeira.

1 INTRODUÇÃO

A ação contínua de ondas, marés e ventos provoca modificações permanentes no transporte, circulação e mobilização de sedimentos (Almeida *et al.*, 2015). Essa dinâmica complexa intensifica processos erosivos e acrecionais, demandando estudos específicos para compreender e gerir adequadamente tais transformações (Min, 2023).

No Brasil, a zona costeira caracteriza-se por elevada diversidade morfológica, hidrodinâmica e de ocupação urbana, impondo desafios à gestão litorânea (Rodríguez *et al.*, 2016). De modo geral, a energia das ondas aumenta de norte para sul, enquanto a amplitude das marés diminui nessa direção, configurando distintos padrões de vulnerabilidade. A esses fatores naturais somam-se pressões antrópicas, como a crescente urbanização, o turismo, a ausência de reconhecimento legal das dunas como parte integrante das praias e a fragmentação dos instrumentos de gestão costeira (Klein; Short, 2016; Cruz-Ramírez *et al.*, 2024).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A Praia de Ponta Negra é um dos principais cartões-postais de Natal, capital do Rio Grande do Norte (RN), e apresenta intenso processo erosivo devido ao avanço do mar e eventos climáticos extremos, bem como pressão antrópica resultante da urbanização da orla e do turismo. Entre 2012 e 2024, sucessivos episódios de erosão levaram à retração da linha de costa, à redução da faixa de areia e à exposição de infraestruturas urbanas a riscos ambientais e geotécnicos. Como resposta emergencial, foram realizadas obras de enrocamento e de aterro hidráulico no período de 2024–2025, visando recompor a praia e proteger a infraestrutura existente.

Essa intervenção alterou a geomorfologia local, modificando perfis topográficos e estabelecendo uma nova linha de costa. Diante disso, torna-se necessário o monitoramento contínuo da redistribuição natural dos sedimentos para avaliar a efetividade da obra e identificar trechos mais vulneráveis. Nesse contexto, o cálculo do volume de sedimentos aportados constitui etapa fundamental, pois fornece um parâmetro inicial para o acompanhamento da evolução do aterro. A comparação entre levantamentos topográficos e batimétricos pré e pós-obra permite estimar a quantidade efetivamente depositada, subsidiando análises futuras de curto e longo prazo.

Além dos impactos imediatos da obra, estudos demonstram que quase metade do volume movimentado pode ser perdido, com as maiores perdas ocorrendo nos primeiros dois anos (Benedet *et al.*, 2007); em áreas com altas taxas de transporte de sedimentos, o material do aterro pode ser rapidamente disperso, reduzindo a vida útil da obra e exigindo reposições mais frequentes ou maiores volumes iniciais de material para manter a estabilidade da praia ao longo do tempo (Meng *et al.*, 2024) e; tempestades ocorrendo anos após o aterro podem gerar respostas distintas na morfologia, evidenciando eficácia apenas parcial da proteção costeira (Cheng *et al.*, 2024).

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do aterro hidráulico sobre a dinâmica sedimentar da Praia de Ponta Negra, com ênfase na quantificação do volume de sedimentos depositados durante a execução da obra.

2 METODOLOGIA

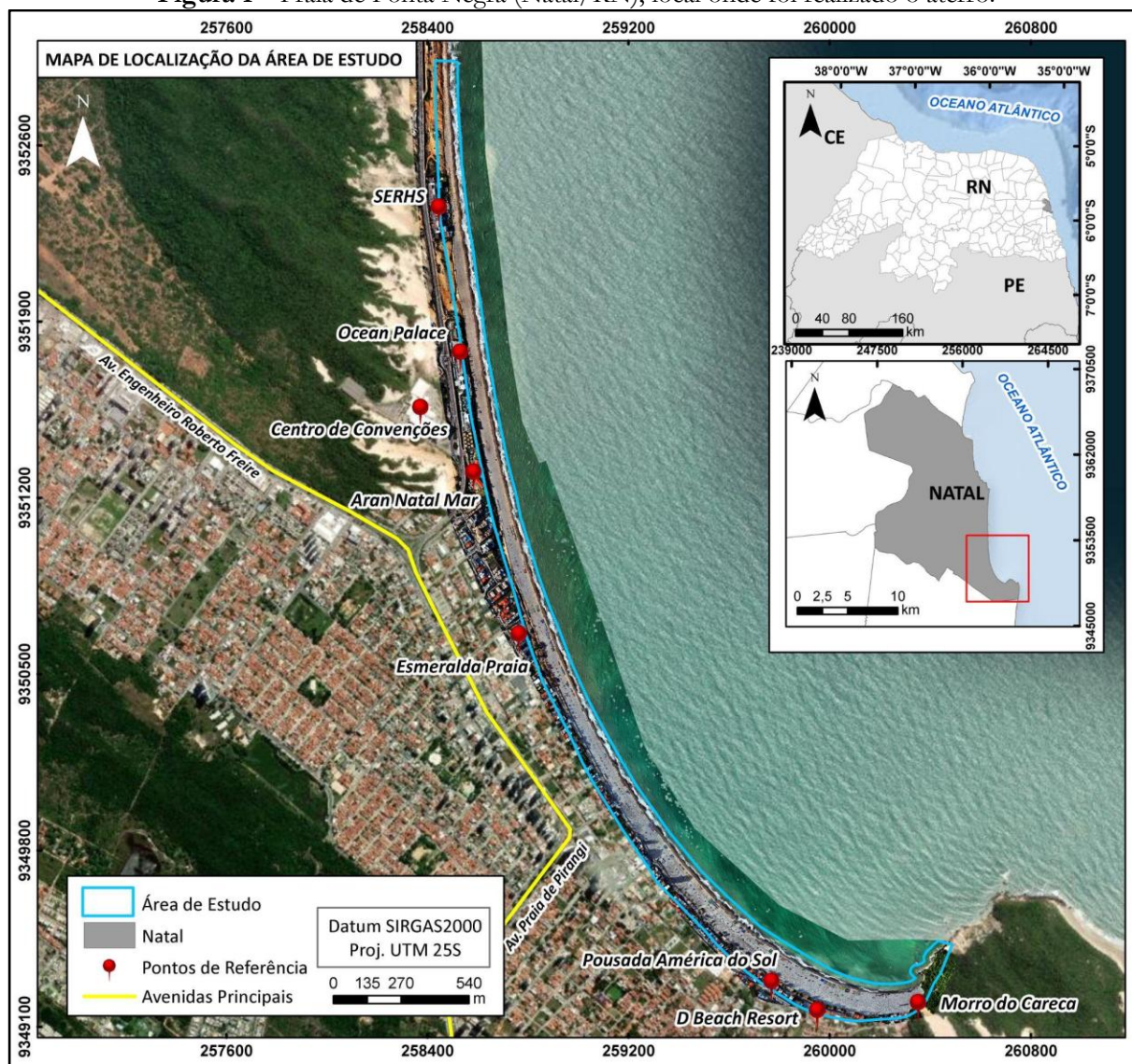
A Praia de Ponta Negra, situada na zona sul de Natal/RN, é o principal destino turístico da cidade, limitada ao norte pela Via Costeira e ao sul pelo Morro do Careca, uma duna de aproximadamente 107 m de altura. A área de estudo abrange cerca de 4,5 km de orla e recebeu, entre setembro de 2024 e janeiro de 2025, um aterro hidráulico para ampliação da faixa de areia em até 100 m na maré baixa e 50 m na maré alta (Figura 1).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 1 – Praia de Ponta Negra (Natal/RN), local onde foi realizado o aterro.



Fonte: Elaborada pelos autores.

2.1 Procedimento Metodológico

Para estimar o volume de sedimentos aportados durante o aterro hidráulico, foram utilizados Modelos Digitais de Terreno (MDT) gerados a partir de levantamentos topobatimétricos realizados antes e depois da intervenção. A comparação entre as superfícies permitiu calcular ganhos (aportes) e perdas (erosões) por setor.

Perfis topográficos transversais estratégicos foram definidos ao longo da praia, possibilitando acompanhar a evolução morfológica, em especial o avanço ou recuo da linha de costa nos períodos pré-obra (outubro de 2024) e pós-obra inicial (janeiro de 2025).

Os volumes foram obtidos pela subtração dos MDTs pré e pós-obra no *software* ArcMap 10.8, utilizando a ferramenta *Surface Volume* com cota de referência de -10 m. Quando necessário, os valores

foram convertidos em massa pela densidade aparente dos sedimentos. Os resultados foram apresentados em mapas de variação altimétrica, tabelas por setor e perfis comparativos.

2.2 Levantamento de volume

2.2.1 Levantamento topobatimétrico e geração das superfícies pré e pós-obra

Foram utilizadas superfícies topobatimétricas referentes a dois períodos: outubro de 2024 (pré-obra) e janeiro de 2025 (pós-obra). O posicionamento da embarcação foi realizado com receptor GNSS Hemisphere R330, utilizando correção diferencial Omnistar e antena GPS, garantindo maior precisão altimétrica e planimétrica. Os dados foram registrados em coordenadas UTM, organizados em planilhas e posteriormente importados para o ArcMap como shapefiles de pontos. A interpolação dos dados altimétricos foi efetuada pelo método **Natural Neighbor**, com resolução espacial de 5 m/pixel.

Para complementar a análise espacial, foi realizado um levantamento aerofotogramétrico em fevereiro de 2025 com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) DJI Mavic 3 Classic (sensor CMOS 4/3, 20 MP). As imagens coletadas foram processadas no *software* Agisoft Metashape Professional 1.5.1, resultando em um ortomosaico georreferenciado.

2.2.2 Análise da variação topográfica pré e pós-obra por perfis transversais

Para avaliar as mudanças morfológicas da faixa praial antes e após o aterro hidráulico, utilizou-se a ferramenta *Surface Volume* para calcular a diferença entre as superfícies pré e pós-obra e foram definidos seis perfis topográficos transversais ao longo da praia (Tabela 1).

Tabela 1 – Coordenadas UTM dos perfis topográficos definidos na Praia de Ponta Negra.

Seção	Ponto	Local de Referência	Coordenada (mE)	Coordenada (mN)
A–B	A	Morro do Careca	260296,01	9349162,73
	B	Morro do Careca	260148,03	9349735,34
C–D	C	Bella Natal Praia Hotel	259486,44	9349557,46
	D	Bella Natal Praia Hotel	259883,86	9349553,23
E–F	E	Coral Plaza Hotel	258833,29	9350665,6
	F	Coral Plaza Hotel	259296,05	9350823,02
G–H	G	Centro de Convenções	258599,14	9351515,44
	H	Centro de Convenções	259053,13	9351586,29
I–J	I	Visual Praia Hotel	259132,51	9350037,11
	J	Visual Praia Hotel	259570,63	9350315,64
K–L	K	SERHS Hotel	258498,53	9352367,76
	L	SERHS Hotel	258951,83	9352411,47

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os perfis G-H e K-L abrangem a transição entre a Via Costeira e o início da praia, assim como a área em frente ao hotel SERHS, possibilitando a análise dos efeitos da intervenção em setores de contato urbano. O perfil A-B foi traçado na região do Morro do Careca, área de relevância geomorfológica e



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



turística, com potencial para identificar alterações significativas na deposição sedimentar. Os perfis C-D, E-F e I-J localizam-se próximos aos hotéis Bella Natal Praia, Coral Plaza e Visual Praia, respectivamente, áreas com intensa atividade turística e urbana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os volumes calculados a partir das topobatimetrias de outubro de 2024 (pré-obra) e janeiro de 2025 (pós-obra) indicam a adição de aproximadamente 1,5 milhão de metros cúbicos de areia na faixa litorânea da Praia de Ponta Negra (Tabela 2).

Tabela 2 – Volume (m³) de sedimentos da Praia de Ponta Negra - pré-obra (2024) e pós-obra (2025).

Período	Volume (de -10m até a superfície)
Pré-obra 2024	11.833.618,45m ³
Pós-obra 2025	13.357.081,29m ³
Diferença	+1.523.462,84m³

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para compreender a evolução da linha de costa e a redistribuição dos sedimentos, foram analisados perfis topográficos transversais ao longo do trecho de estudo (A-B, C-D, E-F, G-H, I-J e K-L), abrangendo desde o setor do Morro do Careca até a frente do setor hoteleiro (Figura 2). Esses perfis evidenciam a ampliação significativa da faixa de areia após o aterro hidráulico.

A delimitação espacial das cotas de +3 m (aterro), 0 m e -6 m revela um recuo expressivo da linha batimétrica de -6 m, confirmando não apenas o avanço do material em direção ao mar, mas também a modificação do gradiente batimétrico. Essa nova configuração favorece a dissipação da energia das ondas antes que estas atinjam a linha de costa, reduzindo o potencial erosivo.

A análise das superfícies topobatimétricas de 2024 e 2025 (Figura 2) confirma a expansão da zona rasa adjacente à praia. Enquanto em 2024 predominavam cotas entre -3 m e -6 m próximas à orla, após a obra essas áreas foram substituídas por faixas mais elevadas, variando entre 0 m e -1,5 m. Esse padrão indica a formação de uma nova zona submersa de praia, característica de ambientes recém-aterrados.

O mapa de variação altimétrica reforça esse diagnóstico, evidenciando ganhos de cota de até 2 a 3 metros nas porções central e sul da praia, especialmente no entorno do Morro do Careca (Figura 3). As áreas de maior deposição correspondem a setores previamente identificados como mais vulneráveis à erosão, evidenciando o direcionamento estratégico do aterro.

No cenário pós-obra, verifica-se uma elevação expressiva de áreas anteriormente submersas, acompanhada do avanço da linha de praia e do alargamento da pós-praia. O ganho sedimentar é destacado nos primeiros 200 metros dos perfis, onde a inclinação da praia tornou-se mais suave. Esse



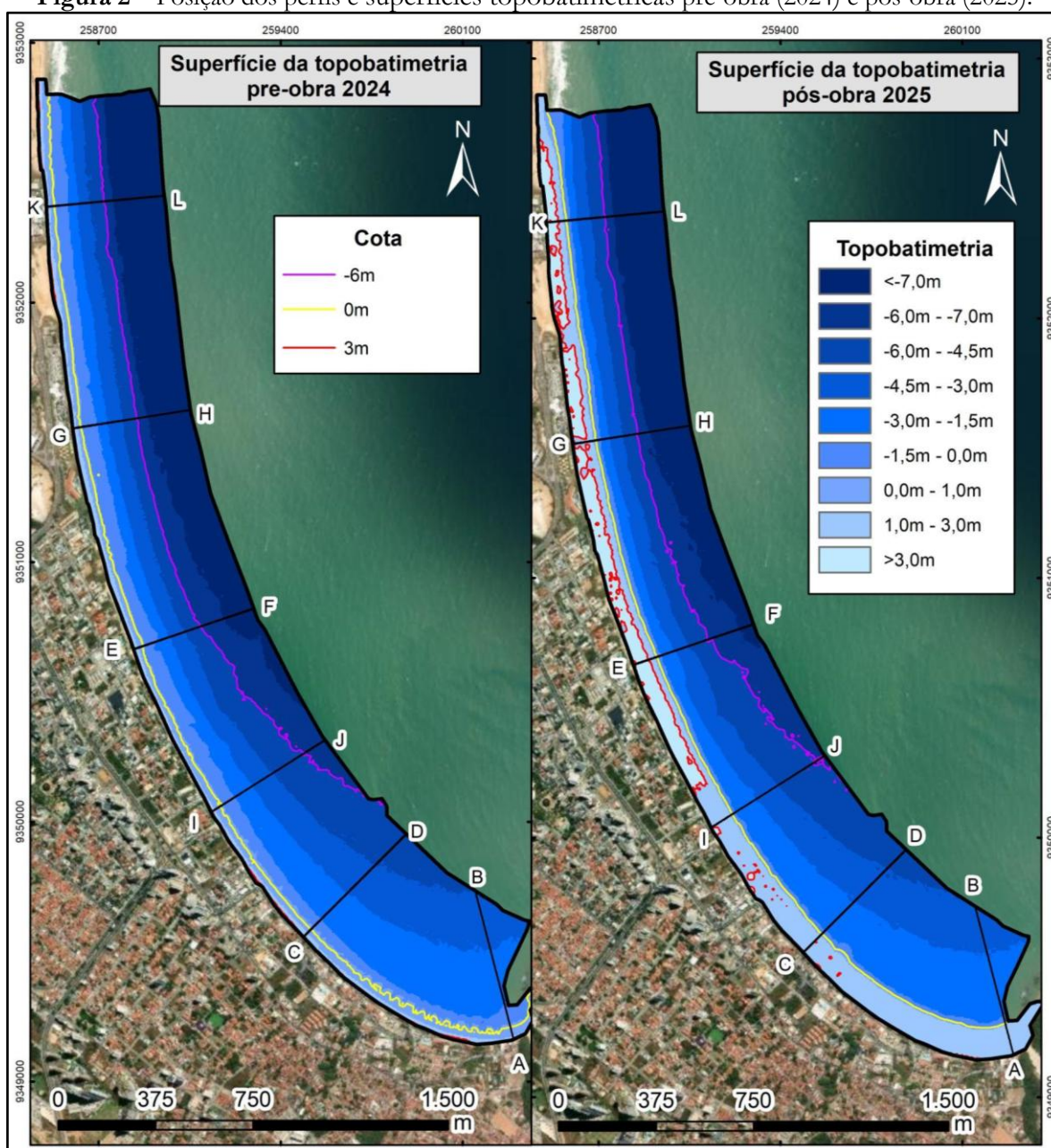
II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



comportamento reflete não apenas o acúmulo de material, mas também uma alteração relevante na geomorfologia da linha de costa.

Do ponto de vista morfológico, a Praia de Ponta Negra passou a apresentar uma pós-praia mais ampla e elevada (aproximadamente +3m), acompanhada de uma zona de estirâncio mais estreita. Essa reorganização beneficia tanto a recreação e o turismo na pós-praia quanto a proteção costeira, funcionando como uma barreira natural contra marés e ressacas.

Figura 2 – Posição dos perfis e superfícies topobatimétricas pré-obra (2024) e pós-obra (2025).



Fonte: Elaborada pelos autores.

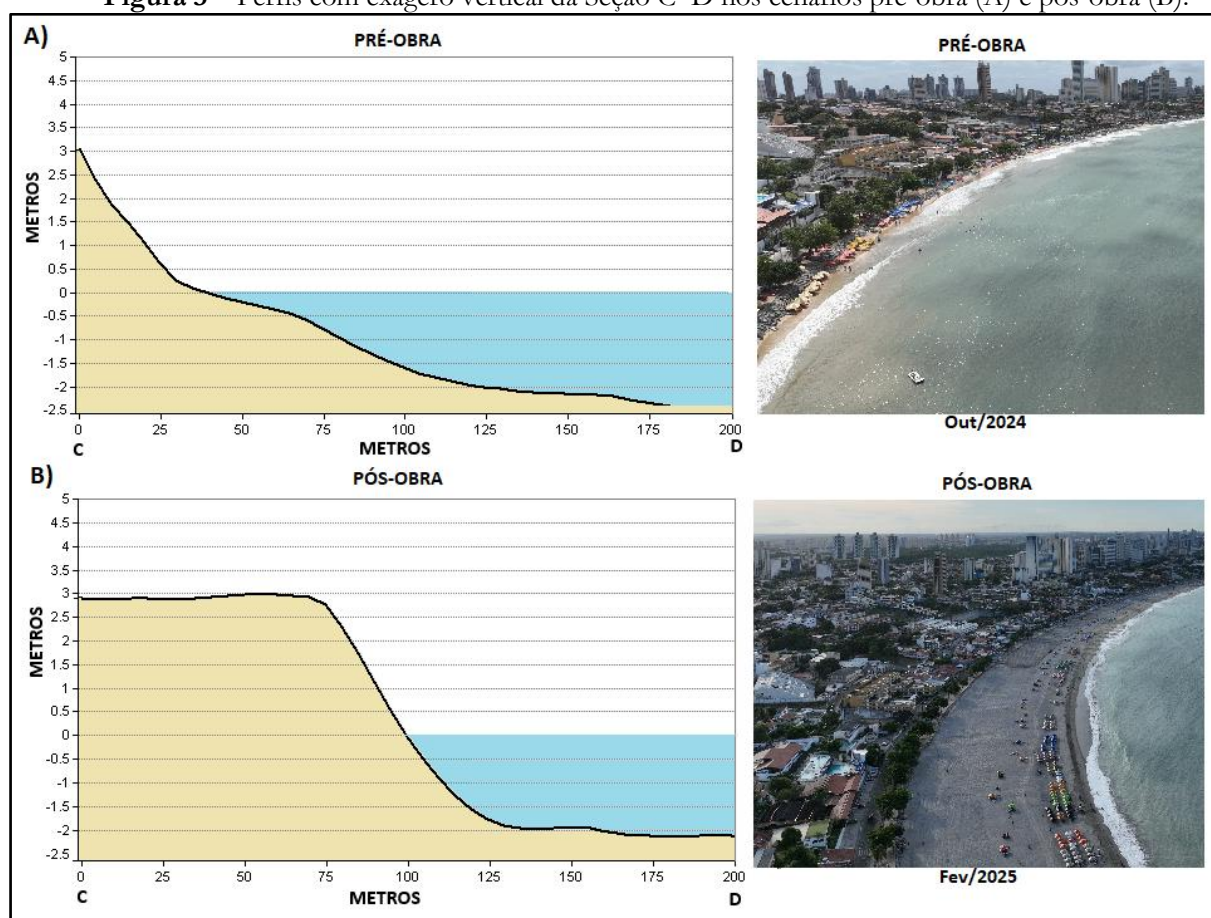


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Esses resultados indicam que a obra de engorda foi planejada para atuar de forma eficaz nos setores mais críticos, cumprindo três funções centrais: (i) proteger a infraestrutura urbana costeira; (ii) recuperar a faixa de areia essencial ao turismo e ao lazer; e (iii) promover maior estabilidade morfológica ao sistema praiar. Entretanto, como destacam Scudelari *et al.* (2016), a efetividade dessas intervenções depende de monitoramentos periódicos, capazes de identificar padrões de erosão e acreção e orientar ajustes futuros.

Figura 3 – Perfis com exagero vertical da Seção C–D nos cenários pré-obra (A) e pós-obra (B).



Fonte: Elaborada pelos autores.

4 CONCLUSÃO

O monitoramento realizado no último mês da obra de engorda da praia de Ponta Negra evidenciou processos simultâneos de erosão e deposição de sedimentos, com redistribuição longitudinal ao longo da faixa praiar. Os resultados demonstram que, embora a intervenção tenha cumprido seu papel inicial de recomposição da praia, o balanço sedimentar permanece dinâmico, condicionado à ação de ondas, marés e eventos de maior energia. A análise permitiu identificar trechos mais propensos à



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



deposição e outros à perda de material, reforçando a necessidade de acompanhamento contínuo da linha de costa para garantir a eficiência da recuperação costeira.

Recomenda-se a manutenção de monitoramentos periódicos, especialmente nos primeiros anos após a obra, quando o equilíbrio morfodinâmico tende a se estabilizar. O uso de levantamentos topobatimétricos, sensoriamento remoto, drones e modelagem numérica poderá ampliar a precisão das análises e subsidiar ajustes futuros. Além disso, a integração com variáveis ambientais e a avaliação dos impactos socioeconômicos sobre a orla são fundamentais para orientar estratégias de gestão costeira, mitigar riscos erosivos e assegurar a proteção da infraestrutura urbana e o fortalecimento da atividade turística.

Referências

ALMEIDA, L. R., AMARO, V. E., MARCELINO, A. M. T., SCUDELARI, A. C. 2015. Avaliação do clima de ondas da Praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 15, n. 2, p. 135–151. <https://doi.org/10.5894/rgci532>.

BENEDET, L., FINKL, C. W., HARTOG, W. M. 2007. Processes controlling development of erosional hot spots on a beach nourishment project. **Journal of Coastal Research**, v. 23, n. 1, p. 33–48. <https://doi.org/10.2112/06-0706.1>.

CHENG, J., WANG, P., ROYER, E., RAGUSA, D., KATWAL, S., NOCELO, C. L. 2024. Effects of nourished beach morphology on storm response. **Anthropocene Coasts**, v. 7, n. 22. <https://doi.org/10.1007/s44218-024-00058-6>.

CRUZ-RAMÍREZ, C. J., CHÁVEZ, V., SILVA, R., MUÑOZ-PÉREZ, J. J., RIVERA-ARRIAGA, E. 2024. Coastal Management: A review of key elements for vulnerability assessment. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 12, n. 3, p. 386. <https://doi.org/10.3390/jmse12030386>.

KLEIN, A. H. F., SHORT, A. D. 2016. **Brazilian Beach Systems**: Introduction. Coastal Research Library, p. 1–35. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_1.

MENG, Y., QU Z., LI X., ZHU M., LIANG B. 2024. An experimental study on the evolution of beach profiles under different beach nourishment methods. **Frontiers In Marine Science**, 11:1381937. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1381937>.

MIN, X. 2023. Sediment Transport and Coastal Morphology Evolution in Dynamic Coastal Environments. **Journal of Coastal Zone Management**, 26:589. 10.35248/2473-3350.23.26.589.

Rodríguez, M. G., Nicolodi, J. L., Gutiérrez, O. Q., Losada, V. C., Hermosa, A. E. 2016. Brazilian Coastal Processes: Wind, wave climate and sea level. Coastal Research Library, p. 37–66.



https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_2.

SCUDELARI, A. C., NEVES, C. F., AMARO, V. E., SANTOS, O. F. 2016. Ponta Negra Beach, Natal, Brazil: A Roll and Rock Story. **Journal of Coastal Research**, v. 75, p. 815-819. <https://doi.org/10.2112/SI75-164.1>



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



GRAU DE VULNERABILIDADE DE UM TRECHO DO LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA (PB) À EROSÃO COSTEIRA

Nadja Cecília de Freitas Silva^{1*}; Christianne Maria da Silva Moura²; João Victor Araújo da Silva³

¹Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/ <https://orcid.org/0000-0002-4731-4854/nadja.freitas@academico.ufpb.br>/<https://lattes.cnpq.br/4486287127627745>; ²Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/https://orcid.org/0000-0002-4731-4854/cmm_reis@yahoo.com.br/<http://lattes.cnpq.br/0391997416940718>; ³Universidade federal da Paraíba (UFPB)/<https://orcid.org/0009-0005-8474-5089/joaovictor3gb@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/2139039836409188>
*Autor correspondente: nadja.freitas@academico.ufpb.br

RESUMO: O presente estudo analisa a vulnerabilidade do litoral sul de João Pessoa - PB, especificamente o Setor A (que abrange a praia do Cabo Branco e Seixas), no intervalo temporal entre 2016 e 2024. Para isso, realizou-se uma revisão bibliométrica, que possibilitou a análise de diversas metodologias relacionadas à vulnerabilidade à erosão costeira e aplicáveis em diferentes contextos, além do uso de ferramentas para a obtenção da taxa de deslocamento de linha de costa como a *Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE)*. o estudo apontou que 64,3% da localidade com acreção, enquanto o subsetor A1 se destacou por apresentar transectos que indicam que o trecho está passando por um processo intenso de erosão. A partir da metodologia aplicada foi possível realizar projeções futuras quanto ao deslocamento da linha de costa (dlc), limite da zona de interesse (dzi) e consequentemente o grau de vulnerabilidade. Os resultados obtidos demonstraram um agravamento da vulnerabilidade no setor que no período de análise vigente (2016-2024) se mostrava com um grau de vulnerabilidade baixa, após as projeções assumiu um grau de vulnerabilidade muito alto.

Palavras-chave: Praias arenosas. Deslocamento de linha de costa. Projeções Ambientais.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira corresponde a um ambiente altamente dinâmico, sendo definida pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (Decreto n.º 5.300/2004, que regulamenta a Lei de n.º 7.661/1988), como um espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, de acordo com os seguintes limites: I - Faixa marítima: espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial; II - Faixa terrestre: espaço compreendido pelos limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.

De acordo com Dominguez *et al* (2018), o litoral da Paraíba, está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno ao longo da zona costeira é apontada como principal evidência para a erosão. Segundo Muehe (2006), à medida que aumenta a ocupação do litoral, principalmente nas proximidades das grandes cidades, aumentam, também, os riscos de erosão. No



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Estado da Paraíba, nos últimos anos, a zona litorânea apresentou um aumento populacional considerável, e consequentemente um crescimento do setor imobiliário atuante nessa área, decorrente do desenvolvimento do turismo e abertura de novas estradas, possibilitando o acesso a áreas antes pouco exploradas. Esses fatos de maneira geral potencializam ainda mais o desaparecimento das praias no Brasil, uma vez que, a ocupação e/ou instalação de estruturas fixas em localidades indevidas, sem a observância dos limites de oscilação do perfil praiial, e o enrijecimento das falésias vivas (fornecedoras de sedimentos para as praias) por obras de engenharia costeira, contribuem para o agravamento da erosão costeira natural.

Nesse cenário, observou-se que a análise da vulnerabilidade permite conhecer riscos e identificar áreas prioritárias visando a concentração de estudos bem como a realização de ações de manejo (Capobianco *et al.*, 1999). Para Lins de Barros (2005), o risco costeiro é entendido como a combinação entre o grau de vulnerabilidade física que revela a fragilidade, resistência e suscetibilidade da costa diante de eventos erosivos e a distribuição espacial da ocupação humana na orla. Além disso, a quantificação da vulnerabilidade permite aos gestores costeiros antecipar/prever os danos potenciais de um determinado agente ao longo da costa, e assim, decidir onde deveria concentrar esforços para prevenir, evitar e mitigar suas consequências.

Mallmann (2010), destaca que apesar da grande aplicabilidade, pesquisas envolvendo análises de vulnerabilidade costeira ainda não são consolidadas, principalmente no que diz respeito ao próprio conceito de vulnerabilidade. Com isso, nesta presente pesquisa adotou-se a estrutura formal da vulnerabilidade, proposta por Ionescu *et al.* (2005), segundo estes o conceito de vulnerabilidade independe do domínio do conhecimento específico e do sistema de interesse, sendo apenas requerida para seu estudo a especificação de três conceitos primários: (a) a entidade da qual se deseja avaliar a vulnerabilidade; (b) o estímulo ao qual a entidade pode ser mais ou menos vulnerável; e (c) os critérios utilizados para analisar a interação entre entidade e estímulo.

Nesse contexto, justifica-se a realização de estudos acerca da dinâmica costeira, sobretudo na caracterização da vulnerabilidade associada aos processos erosivos costeiros atuantes no litoral Sul de João Pessoa (PB).

2 ÁREA DE ESTUDO

As praias do Cabo Branco e Seixas, área piloto deste estudo, estão situadas no município de João Pessoa (figura 1), litoral sul do Estado da Paraíba. O setor costeiro da área em estudo apresenta uma morfologia onde se destacam dois domínios geomorfológicos distintos, os Baixos Planaltos Costeiros ou

Tabuleiros Costeiros, que por sua vez, são sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras e é a unidade predominante no setor costeiro Sul da Paraíba.

Comumente, apresentam-se com superfícies aplainadas, suavemente inclinadas para o mar. São interrompidas abruptamente, a Leste, pelas falésias marinhas “vivas” (ativas), a exemplo das falésias da barreira do Cabo Branco, ou “mortas” (inativas) como ocorre na retaguarda da enseada do Cabo Branco. O outro domínio geomorfológico, diz respeito à Baixada Litorânea, que segundo Furrier (2015), é compreendida por uma forma de relevo plana constituída de sedimentos recentes do Quaternário, que ocupa as cotas mais baixas da orla marítima, representada pelas praias e áreas baixas de restingas litorâneas.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Elaboração: Autora (2025).

De acordo com Reis (2019), cerca de 48,27% (5,61 km) do litoral do município de João Pessoa apresenta geoindicadores de alta intensidade de erosão costeira. Dentre as praias deste setor, está a praia do Seixas, na qual constam três geoindicadores de erosão de intensidade alta, são eles: (i) “obras estruturais de proteção costeira” como enrocamentos e armadilhas para fixar areia, feitas com troncos de madeira, pneus e manilhas de concreto; (ii) “infraestrutura de orla danificada pela energia das ondas” e (iii) “destruição de estruturas artificiais para proteção costeira”. Além disso, um trecho significativo da praia do Seixas, devido ao avanço da urbanização sobre a linha de costa, assim como a praia do Cabo Branco em decorrência do segmento de falésias vivas, não possui faixa de praia recreativa durante as marés altas.

3 METODOLOGIA

Para a realização da análise da vulnerabilidade, foi realizado inicialmente a obtenção dos dados referentes às taxas de deslocamento da linha de costa (DLC) da área de estudo, por meio da *Coastal Analyst*



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



System from Space Imagery Engine (CASSIE), uma ferramenta integrada à plataforma Google Earth Engine, que possibilita o mapeamento de linha de costa em escala planetária, desde que se tenha imagens de satélites disponíveis para a área de estudo. Para a presente pesquisa, foram utilizadas imagens do Sentinel-2, as quais possuem resolução espacial de 10 m, para o período de análise entre os anos de 2016 e 2024. Posteriormente, a *CASSIE* calcula um conjunto de análises estatísticas para cada transecto praial, sendo considerada, especificamente, a Taxa de Regressão Linear (LRR), que de acordo com Almeida et al (2021), se refere à taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano). Para a categorização dos transectos resultantes foi utilizada a classificação aplicada por Esteves e Finkl (1988): acreção ($> 0,5$ m/ano), estável ($-0,5$ a $0,5$ m/ano), erosão (-1 a $-0,5$ m/ano) e criticamente erodido (< -1 m/ano), baseando-se nos valores de LRR.

No que se refere à análise da vulnerabilidade foi adotada uma parametrização que permite reproduzir a parte essencial do processo dinâmico da linha de costa observada na localidade em questão, utilizando um conjunto reduzido de variáveis relacionadas às mudanças de posição da linha de costa em médio termo, e à suscetibilidade da praia em ser impactada pelas taxas de avanço da ocupação: a) largura estimada (em metros) da pós-praia; (b) largura atual (em metros) da pós-praia (distância entre a linha de costa e o limite da zona de interesse); (c) período (em anos) para o qual se quer estimar a largura da pós-praia; (d) taxa de evolução ou deslocamento da linha de costa (em metros/ano) - pode ser negativa, em caso de erosão, ou positiva, em direção ao mar. O procedimento metodológico citado é sintetizado na seguinte equação:

$$\text{(Equação I)} \quad x = \Delta x + (\text{dlc} \cdot t) - (\text{dzi} \cdot t)$$

Onde:

- x: corresponde à largura estimada (em metros) da pós-praia (distância entre a linha de costa e o limite da zona de interesse).
- Δx : largura atual (em metros) da pós-praia (distância entre linha de costa e o limite da zona de interesse).
- t: período (em anos) para qual se quer estimar a largura da pós-praia.
- dlc: taxa de evolução ou deslocamento da linha de costa (em metros/ano) - negativa (em caso de erosão) ou positiva (progradação).
- dzi: taxa de evolução ou deslocamento do limite da zona de interesse (em metros/ano) - negativa (quando se dá em direção ao continente) ou positiva (em direção ao mar). A mesma possui seu significado ambiental relacionado ao avanço das edificações sobre setores do sistema praial.

Para atender às condições de segurança, considerou-se que as praias deveriam, não somente apresentar pós-praia, mas este setor medir, no mínimo, 30 metros de largura. Este valor foi estabelecido



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



através de uma aproximação dos resultados obtidos por Pajak & Leatherman (2002) e Costa et al. (2008) acerca da variação da posição da marca de maré mais alta (*high water line* - HWL) ao longo do tempo. Além disso, no tocante à área de estudo, o projeto abrange o litoral sul do município de João Pessoa (PB), que por sua vez foi fragmentado em setores e subsetores para ser tratado em um maior nível de detalhe em pesquisas posteriores. Com isso, o setor correspondente a esse estudo é o Setor A, o qual foi sub-setorizado em Sub A1, Sub A2, Sub S3 e Sub S4, de acordo com suas características morfológicas e suas particularidades (Quadro 1).

Quadro 1. Registros fotográficos dos subsetores, destacando suas características morfológicas.

SUB A1 - Cabo Branco	SUB A2 - Falésia do Cabo Branco	SUB A3 - Seixas	SUB A4 - Camping - Seixas
			
Presença de estruturas de contenção (estacas-prancha)	Falésia viva com enrocamento	Não possui faixa de praia recreativa durante marés altas	Possui faixa de praia recreativa durante marés altas e apresenta vegetação rasteira de praia

Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Como supracitado, as taxas de deslocamento da linha de costa (dlc) foram obtidas através da *CASSIE*, no entanto, às taxas de deslocamento do limite da zona de interesse (dzi) e a largura atual da pós-praia (Δx), resultaram de procedimentos através da ferramenta Google Earth Pro (delimitação da dzi) e do *Qgis 3.28.12*, um *software* livre de código-fonte aberto, de informação geográfica que possibilita a visualização, edição e análise de dados georreferenciados, que foi usado para a obtenção das taxas de dzi e o Δx , seguindo a compartimentação dos sub-setores e também o posicionamento dos transectos gerados pela *CASSIE*.

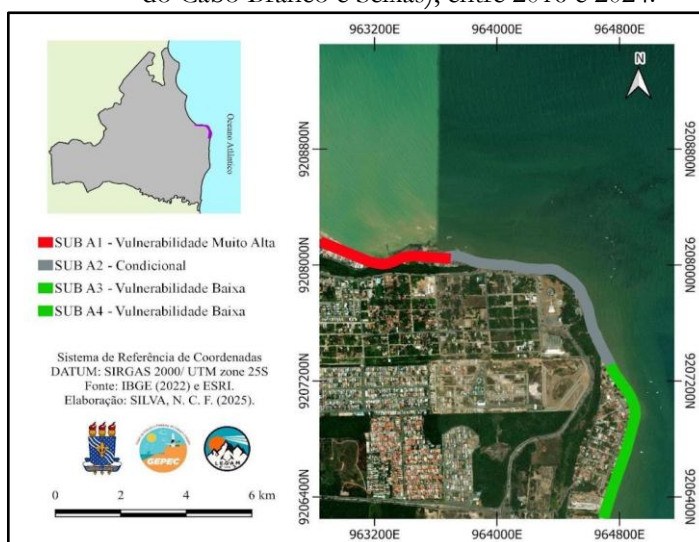
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Muehe (2001), a vulnerabilidade à erosão costeira é um fenômeno que pode ser classificado através do uso de modelos analíticos considerando uma série de parâmetros que podem ser mensurados. Quanto ao cálculo da vulnerabilidade, à princípio foi necessário a obtenção de dados acerca do deslocamento da linha de costa para a localidade e o intervalo temporal analisado (2016-2024). Com

base nas informações extraídas da *CASSIE*, foram catalogados 42 transectos praias distribuídos ao longo da costa, destes, 27 apresentaram acreção, 9 apontaram estabilidade, e 6 foram classificados com processos erosivos atuantes, sendo 4 com erosão e 2 criticamente erodidos.

Analisando o grau de vulnerabilidade para o intervalo temporal selecionado (2016-2024), verificou-se que o Subsetor A1 apresentou um grau de vulnerabilidade muito alto, o que coincidiu com os valores de Taxa de Regressão Linear (LRR) e a classificação gerada pela *CASSIE* para este trecho, que por sua vez, apontou que a localidade tem passado por intensos processos erosivos ao decorrer dos anos (figura 2), à exemplo da instalação de obras de contenção costeiras e outras construções rígidas. O Subsetor A2 foi categorizado como condicional devido a presença da feição geomorfológica natural viva (falésia), o que contribui para que a linha de costa coincida com o limite da zona de interesse de maneira geral. Além disso, nesse trecho a pós-praia já foi suprimida, e durante o período de análise foi implementado um enrocamento no sopé da falésia. Com isso, o grau de vulnerabilidade desse local depende exclusivamente da capacidade de manutenção desta obra.

Figura 2. Grau de vulnerabilidade à erosão costeira em trecho do litoral sul de João Pessoa - PB (praias do Cabo Branco e Seixas), entre 2016 e 2024.



Elaboração: Autora (2025).

No que tange ao comportamento da pós-praia, após a determinação das variáveis de deslocamento de linha de costa (dlc), limite de zona de interesse (dzi) e largura atual da pós-praia (Δx), tornou-se viável estimar a largura da pós-praia para os próximos 20 anos, através de cenários. Tal estimativa está representada na tabela 2. Dessa forma, verificou-se que o subsetor A4, que na análise para o período de 2016-2024 se apresentou com um grau de vulnerabilidade baixa, passou a ser categorizado com um grau de vulnerabilidade muito alto, tal comportamento pode ser indicado talvez, pelo avanço da



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



urbanização na localidade, uma vez que, o cálculo realizado nesta etapa também considerou o deslocamento do limite da zona de interesse (dzi), que se configura como o avanço de edificações e outros tipos de construções rígidas sobre o sistema praial.

Tabela 2. Grau de vulnerabilidade da área de estudo, projeções para 20 anos.

Subsetor	Largura pós-praia (m), em 2024	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	Grau de Vulnerabilidade
SUB A1	8,26	-4,59	-17,44	-30,29	-43,14	Muito Alto
SUB A2	Coincidente	-	-	-	-	Condicional
SUB A3	33,4	36,85	40,3	43,75	47,2	Baixo
SUB A4	47,1	21	-5,1	-31,2	-57,3	Muito Alto

Elaboração: Autora (2025).

Observou-se ainda, que o subsetor A3 manteve-se com um grau de vulnerabilidade baixa apesar de também ter considerado o dzi, o mesmo manteve constância ao longo dos prognósticos. Tal comportamento pode ser de certo modo justificado, pela presença de recifes de corais em frente ao setor, já que, os mesmos atuam na atenuação da ação das ondas no continente.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, o presente trabalho teve como principal objetivo analisar a vulnerabilidade das praias do litoral sul de João Pessoa (PB), visando compreender a capacidade de resposta da linha de costa às forças que afetam o sistema praial e aos impactos decorrentes do uso da área. Para isso, o litoral sul foi fragmentado para ser melhor explorado em pesquisas posteriores, nessa pesquisa a área piloto foi o Setor A que compreende um trecho da enseada do Cabo Branco e a praia do Seixas, o qual foi subdividido em quatro subsetores (Sub A1, Sub A2, Sub A3 e Sub A4), uma vez que, cada um deles possui características morfológicas singulares.

De maneira geral, no que se refere a análise do grau de vulnerabilidade para o intervalo de tempo entre 2016 e 2024, o setor analisado apresentou 50% dos subsetores com grau de vulnerabilidade baixo, no entanto, quando foram realizadas projeções para o comportamento da pós-praia em cada subsetor para 5, 10, 15 e 20 anos, viu-se que à longo prazo, o cenário é de criticidade em dois subsetores, são eles o Sub A1 que já apresentava o grau de vulnerabilidade muito alto, e inclui o trecho da praia do Cabo Branco onde estão instaladas as estacas-prancha, e o Sub A4 na praia do Seixas, que provavelmente se deve ao avanço da urbanização nessa localidade com o passar do tempo.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Portanto, é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas voltadas à temática e um maior detalhamento de dados relacionados aos demais setores partir do prosseguimento do projeto, visando a compreensão dos processos que desencadeiam a erosão costeira e contribuem para a vulnerabilidade da localidade, além de viabilizar a implementação de medidas adequadas de gerenciamento e adaptação que são essenciais para mitigar seus efeitos negativos e promover a estabilidade da costa.

Referências

ALMEIDA, Luis; OLIVEIRA, Israel; LYRA, Rodrigo; DAZZI, Rudimar; MARTINS, Vinícius; KLEIN, Antonio. **Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE): Shoreline management module**. ELSEVIER. v. 140. p. 105033. 2021.

DOMINGUEZ, et. al., Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. Brasília: MMA, 2018. 476p.

MUEHE, D. (Org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

CAPOBIANCO, M.; DEVRIEND, H. J.; NICHOLLS, R. J.; STIVE, M. J. F. **Coastal area impact and vulnerability assessment: the point of view of a morphodynamic modeller**. Journal of Coastal Research, Royal Paml Beach, Florida, v. 15, n. 3, p. 701-716, 1999.

LINS-DE-BARROS, F. M. **Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos socioeconômicos na orla urbanizada no município de Maricá, Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 6, n. 2, p. 83-90, 2005.

MALLMANN, D. L. B.; ARAUJO, T. C. M. **Vulnerabilidade física do litoral sul de Pernambuco à erosão**. Tropical Oceanography (Online), v. 38, p. 133-155, 2010.

IONESCU, C.; R.J.T. KLEIN; K.S. KAVI KUMAR; J. HINKEL AND R. KLEIN. **Towards a Formal Framework of Vulnerability to Climate Change**. NeWater Working Paper 2 and FAVAIA Working Paper 1. Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, ii+20 pp, 2005.

FURRIER, M., SOUZA, A. S. **Caracterização Geomorfológica e Ocupação Antrópica de zonas costeiras: o caso da Ponta do Seixas, Litoral da Paraíba-Brasil**. Revista do Departamento de Geografia. 2015.

REIS, Christianne Maria Moura; COUTINHO FEITOSA, Ana Paula; QUEIROGA REIS, André Luiz. **Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba**. Okara: Geografia em Debate, v. 13, n. 1, 2019.

ESTEVES, Luciana S.; FINKL, Charles W. **The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches**. Journal of Coastal Research, p. 11-18, 1998.

PAJAK, M. J. & LEATHERMAN, S. **The high water line as shoreline indicator**. Journal of Coastal Research, 2002. 18(2): 329-337.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



COSTA, M. B. S. F.; PONTES, P. M.; ARAUJO, T. C. M. **Monitoramento da Linha de Preamar das Praias de Olinda - PE (Brasil) como Ferramenta à Gestão Costeira.** Revista da Gestão Costeira Integrada, no prelo. 8(2): 101-112.

MUEHE, D. **Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 2, n. 1, p. 35-44, 2001.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



ANÁLISE FÍSICA E A NECESSIDADE DE PLANEJAMENTO PARA O BANCO DE AREIA DO PARQUE ESTADUAL MARINHO DE AREIA VERMELHA (PEMAV)

Raoni da Costa Lima^{1*}, Maria Cecília Silva Souza², Karina Massei³, Pedro Costa⁴

¹Doutorando em Geografia/Universidade Federal da Paraíba/ <https://lattes.cnpq.br/2588966283896068/> / <https://orcid.org/0009-0009-6434-2361>; ²Doutora em Geografia / Universidade Federal da Paraíba / ceciliasilvalegat@gmail.com / <http://lattes.cnpq.br/0692651136501319> / <https://orcid.org/0000-0001-6138-3680>; ³Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente/ Universidade Federal da Paraíba/ karinamassei@gmail.com / <http://lattes.cnpq.br/3077071316754997> / <https://orcid.org/0000-0003-4152-1147> / ⁴Doutor em Geografia / Universidade de São Paulo / pedro.vianna@gmail.com / <http://lattes.cnpq.br/7287720554802177> / <https://orcid.org/0000-0002-5298-6313>;

*Autor correspondente: raonidacostalima@gmail.com

RESUMO: O Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV) é uma área de grande relevância ecológica e econômica, situada no litoral da Paraíba, que enfrenta desafios significativos devido ao aumento do turismo e à exploração de seus recursos naturais. Este estudo analisa as dinâmicas físicas da região, destacando a importância de um planejamento adequado para a conservação da biodiversidade dos recifes de corais. A pesquisa enfatiza a necessidade de controle das atividades turísticas e comerciais, que, se não geridas de forma sustentável, podem resultar em degradação ambiental e perda de serviços ecossistêmicos. Além disso, o PEMA V desempenha um papel crucial na mitigação da erosão costeira, atuando como uma barreira natural que protege as praias adjacentes. A análise dos dados coletados revela a importância de implementar estratégias de gestão que promovam o turismo responsável e a preservação dos ecossistemas marinhos. Assim, o artigo serve como referência para o desenvolvimento de políticas públicas que assegurem a conservação ambiental, promovendo um equilíbrio entre a utilização dos recursos naturais e a proteção da biodiversidade local.

Palavras-chave: PEMA V. Turismo sustentável. Conservação. Recifes de corais. Erosão costeira.

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes marinhos e costeiros da costa brasileira, incluindo as ilhas, estuários, manguezais, praias e ambientes recifais, promovem oportunidades para atividades econômicas e sociais (ex.: pesca, aquicultura, exploração de recursos minerais etc.) além de possuir um enorme valor para recreação e lazer. Entender como a hidrodinâmica dessas áreas funciona possibilita buscar um melhor planejamento de uso, mediado por um monitoramento adequado.

A geografia do litoral do estado da Paraíba é muito propícia para diversas modalidades deste segmento, favorecidos pelas condições climatológicas e oceanográficas, pela própria beleza cênica que os ambientes costeiros promovem, além do fácil acesso por estarem localizados próximos da orla.

O município de Cabedelo assenta-se em extensa e uniforme planície arenosa costeira, sendo banhada ao leste pelo Oceano Atlântico e ao oeste pelo estuário do Rio Paraíba do Norte (BRASIL,



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



2011) e pertence à região metropolitana de João Pessoa (capital do estado) sendo a cidade portuária do estado. Nesta região estão localizadas as marinas e demais empreendimentos náuticos que mantêm as embarcações que visitam o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha durante o ano.

O Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV) foi criado em 28 de agosto de 2000 através do Decreto Estadual nº 21.263 (PARAÍBA, 2000) e está localizado no município de Cabedelo distando, aproximadamente 1 (um) Km da praia de Camboinha. No PEMA V é possível identificar recifes de corais associados a uma significativa biodiversidade marinha.

A principal motivação da instituição do PEMA V se deu em função da necessidade de controle, por parte do governo estadual, e preservação da biodiversidade encontrada nestes recifes de corais ameaçada pela pesca (atividade proibida) e pela visitação turística cada vez mais intensa e desordenada. Outro risco associado é o pisoteamento e destruição dos corais, fundamentais para a manutenção do bolsão arenoso que forma o PEMA V e mesmo para a dinâmica costeira da orla de Cabedelo.

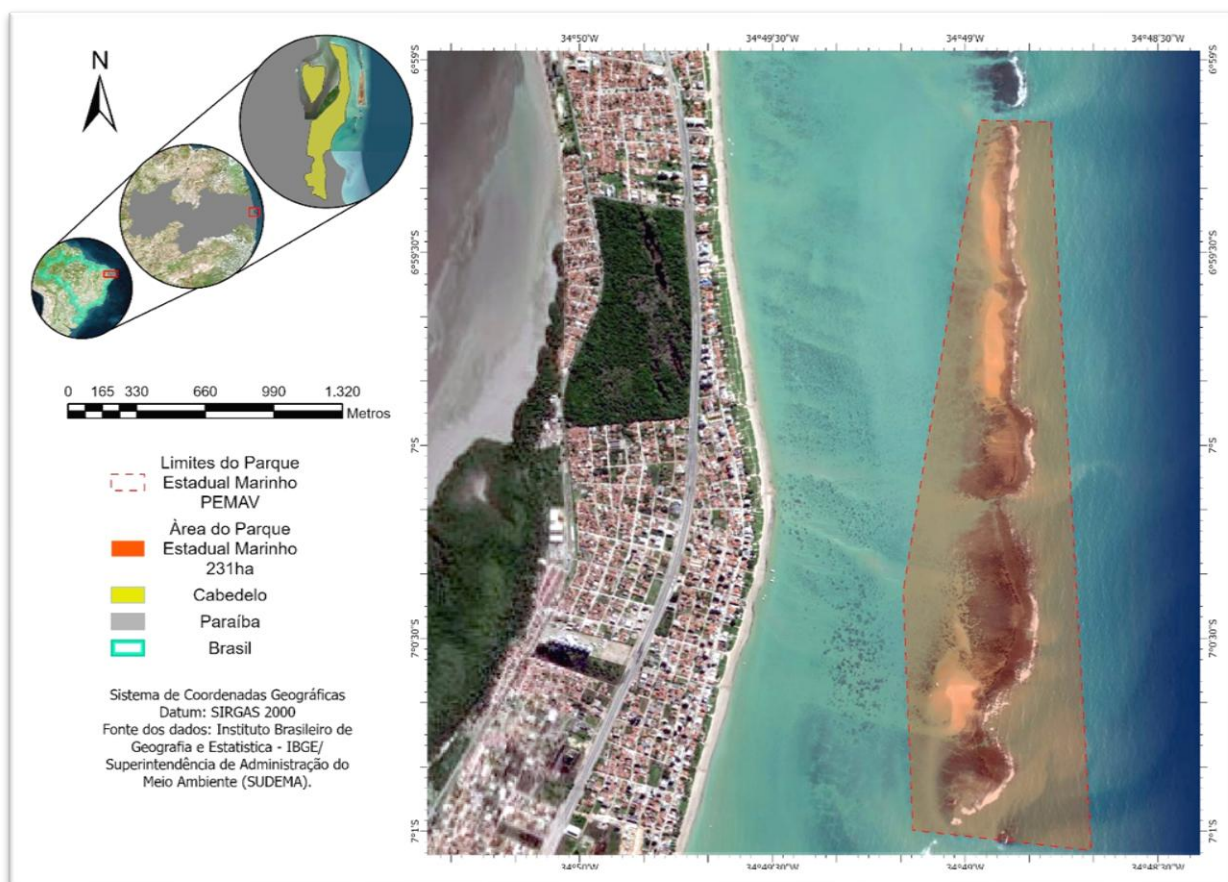
Verifica-se um processo de degradação no local, impulsionado pelo crescente aumento no fluxo de turistas e embarcações. Este fenômeno é agravado pela falta de consciência ecológica dos usuários e pela ausência histórica de um sistema de gestão eficaz, fatores que, em conjunto, têm contribuído para uma redução significativa da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

1.1 Delimitação e Caracterização da Área de Estudo

Areia Vermelha, ou o “Baixo Descoberto”, apresenta-se como objeto de estudo e da área de abrangência do PEMA V. O Parque está alinhado juridicamente a Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação (UC) em território nacional.

O PEMA V foi instituído pelo poder público estadual, através do Decreto Nº 21.263 de 28 de agosto de 2000, com área de 230.91 hectares de área e um perímetro de 8.382,72 metros, conforme figura abaixo.

Figura 1. Imagem com destaque do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha/PEMAV.



Fonte: Elaboração do autor, com base em dados do IBGE e imagens do ArcGIS Pro (Esri).

De acordo com o capítulo III (lei do SNUC/2000), concernente às categorias de Unidades de Conservação, o PEMAV está definido dentro da categoria Proteção Integral, onde se admite apenas a utilização indireta dos seus recursos naturais. Isto explica a proibição da pesca na área, considerada uma atividade de uso direto.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo combina diferentes abordagens, incluindo a análise de linha de costa, simulação de correntes e análise bibliográfica, permitindo uma avaliação das condições atuais da região, bem como a identificação de desafios e oportunidades para a gestão sustentável. Essa abordagem integrada é fundamental para desenvolver estratégias que conciliem a conservação ambiental com o uso responsável dos recursos naturais, garantindo a proteção da biodiversidade local e a estabilização da dinâmica de sedimentos e correntes.

A análise de linha de costa foi conduzida com o uso do software CASSIE ENGINE, que permite a extração e o monitoramento temporal da linha de praia a partir de imagens de satélite multitemporais.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, obtidas entre 2013 e 2025, as quais passaram por processos de georreferenciamento, correção atmosférica e recorte espacial da área de interesse. Em seguida, foram estabelecidos 151 transectos perpendiculares à linha de costa, espaçados regularmente a cada 50 metros, abrangendo as praias adjacentes ao Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV). Cada transecto foi analisado individualmente para detectar variações espaciais e temporais nos processos de acréscimo e recuo sedimentar, permitindo identificar áreas de maior vulnerabilidade à erosão.

Apesar de ser uma ferramenta muito interessante para a análise da linha de costa existem limitações da metodologia dentre as quais se destacam a dependência de imagens livres de nuvens, a resolução espacial das imagens (10 m), que pode restringir a precisão da linha de costa em áreas estreitas, e a ausência de validação em campo, o que pode gerar pequenas incertezas na delimitação exata da faixa litorânea.

A simulação hidrodinâmica foi realizada por meio do Sistema de Modelagem Costeira (SMC), ferramenta desenvolvida para representar a circulação de correntes, ondas e transporte sedimentar em ambientes litorâneos.

O modelo foi configurado com base em dados batimétricos da região de Cabedelo, registros de marés e ventos predominantes e parâmetros oceanográficos disponíveis em bases públicas, permitindo simular cenários de circulação marinha em torno do banco de Areia Vermelha. Essa modelagem possibilitou identificar os padrões predominantes de direção e intensidade das correntes, bem como inferir a influência dessas dinâmicas sobre os processos erosivos e de deposição na planície costeira adjacente.

A metodologia apresenta limitações associadas à simplificação dos parâmetros ambientais, como variações sazonais de ventos e correntes e à escassez de medições em campo que permitam calibração mais refinada do modelo. Assim, embora os resultados forneçam uma base consistente para a compreensão da dinâmica costeira local, eles devem ser interpretados como tendências indicativas

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso turístico e impactos negativos em ambientes recifais

Os ambientes recifais oferecem inúmeros benefícios ambientais, sendo alguns destes a proteção do litoral, berçário e desenvolvimento de espécies, local de alimentação, entre outros. Esses ambientes vêm sendo explorados pela indústria farmacêutica e como equipamento turístico, tornando-se em alguns casos, vital para a sobrevivência de famílias e contribuição para a receita de cidades (Debeus, 2008).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A maioria dos ambientes recifais está localizada entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (The Coral Reef Alliance, 2005). No Brasil, estes são encontrados entre os estados do Maranhão e da Bahia (Maida & Ferreira, 2004; Leão et al., 2003; MMA, 2002; Laboreal, 1969). Os recifes ocupam 1200 km² da zona costeira brasileira, ocupando a 40^a posição em áreas de recifes do mundo, em primeiro lugar está a Indonésia com 51.020 km² de área (Spalding et al., 2001). Dos 1200 km² dos recifes brasileiros, 84% são considerados recifes em risco (Spalding *et al.*, 2001). Ao longo da costa do Brasil predominam os recifes em franja e os bancos de arenito (Laborel, 1969). A projeção em direção ao mar a partir do litoral é a principal característica deste tipo de recife (Ruppert & Barnes, 1996).

Face ao desenvolvimento do Turismo Náutico, alguns impactos diretos foram observados, destacando-se as atividades de mergulho (Snorkelling e SCUBA), as quais causam danos físicos aos recifes, a pesca e a coleta de organismos que contribuem para o empobrecimento biológico e genético do ecossistema, o pisoteio e a ancoragem das embarcações sobre os recifes (Debeus, 2008).

Danos físicos à biota, como pisoteamento e ancoragem de barcos. M. Maida (com. pessoal) indicou como grave problema para recifes de Tamandaré o grande número de barcos e turistas/veranistas que permanecem sobre estes recifes durante a maré baixa. Creed & Amado Filho (1999) realizaram medições do dano causado por âncoras em campos de gramíneas marinhas (*Halodule wrightii*) entre as ilhas Siriba e Redonda, Arquipélago dos Abrolhos. Observaram que cerca de 0,5% do campo era danificado anualmente pelo ancoramento de barcos de turismo. Através de experimentos, observaram que o período de recuperação de área danificada por uma única âncora era de cerca de nove meses.

3.2 Caracterização física e dinâmica costeira

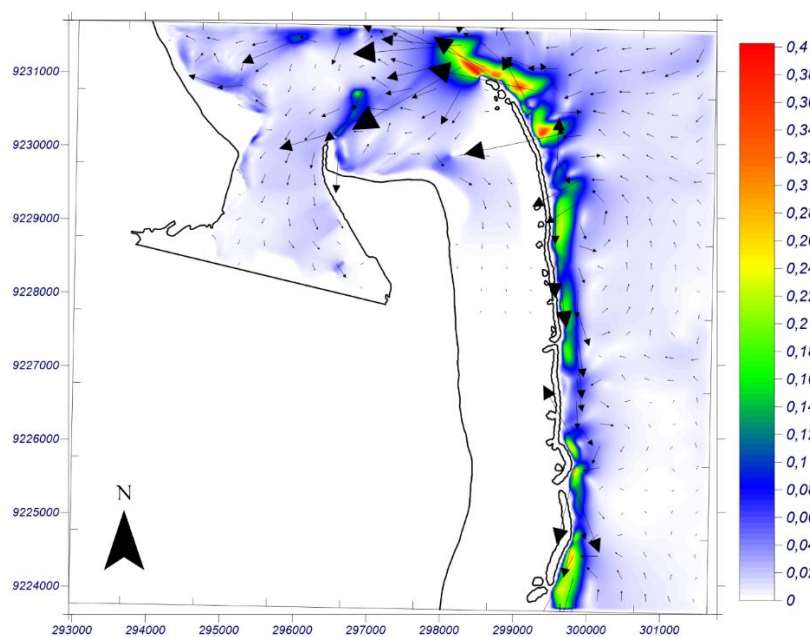
A análise de correntes a partir do SMC permite identificar alguns pontos interessantes sobre a dinâmica costeira, na Figura 2. A relação observada permite inferir que o “baixo descoberto” de Areia Vermelha cumpre uma função fundamental em mitigar os efeitos de onda e corrente na zona costeira, inibindo processos agressivos de erosão na planície costeira adjacente de Cabedelo. Esta hipótese é reforçada pela análise do comportamento erosivo nas praias em paralelo ao parque, conforme a figura 3.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

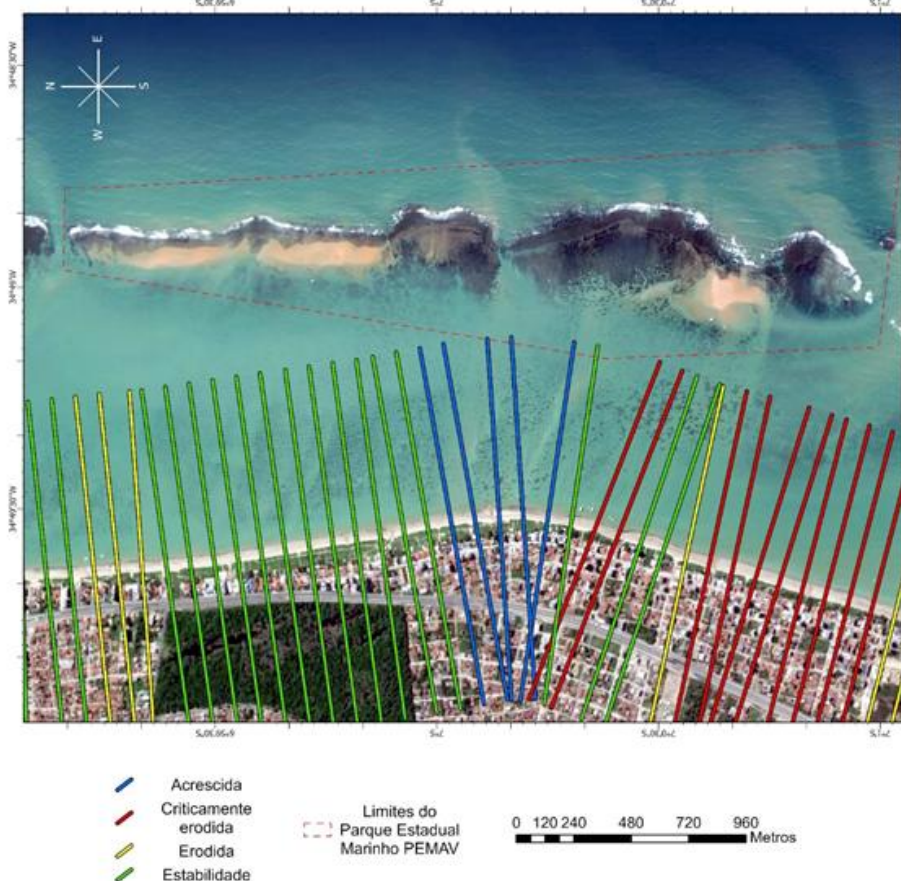


Figura 2 – Correntes e Magnitude



Fonte: Simulação do Sistema de Modelagem Costeira (SMC).

Figura 3 – Evolução da Faixa de Areia nas intermediações do PEMAV



Fonte: Análise de imagens do satélite Sentinel-2 (2013-2024) pelo CASSIE ENGINE



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A análise permite inferir que dentre os 151 transectos analisados com espaçamento regular de 50m nas praias de Camboinha nas intermediações do PEMAV entre 2013 e 2024 houve um ligeiro predomínio do processo erosivo visto que foram identificados 28 transectos acrescidos (azul) e 46 estáveis (verde) contra 49 erodidos (laranja) e 28 criticamente erodidos (vermelho).

Mais do que a comparação entre áreas estáveis e acrescidas (74) ou erodidas (77) chama a atenção a distribuição destas áreas sendo a porção mais a sul aquela que apresenta o mais agressivo processo de desgaste, diante da porção norte mais preservada, a distribuição faz sentido quando analisamos o movimento predominante das correntes na região, de Sudeste e que devem arrastar os sedimentos no corredor formado entre a planície litorânea e as estruturas do PEMAV, que por outro lado fazem uma barreira contra o processo erosivo na faixa de areia mais a norte da praia de Camboinha

Fica evidente portanto o papel fundamental que a barreira física do PEMAV exerce na manutenção da linha costeira das regiões adjacentes ao parque em especial aquelas localizadas mais a norte deste.

4 CONCLUSÃO

A análise física e o planejamento para o Banco de Areia do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV) revelam a importância de uma gestão eficaz que considere tanto a preservação ambiental quanto o uso sustentável dos recursos marinhos. É preciso destacar ainda a necessidade de um controle rigoroso das atividades turísticas e comerciais na região, que, se não reguladas, podem levar à degradação dos ecossistemas locais. A implementação de estratégias de conservação, aliadas a um turismo responsável, são fundamentais para garantir a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que os recifes de corais oferecem.

Além disso, o papel do PEMAV como uma barreira natural contra a erosão costeira é crucial para a manutenção da integridade das praias adjacentes. As evidências apresentadas indicam que a dinâmica costeira, influenciada pelas correntes e os consequentes processos de sedimentação e erosão, devem ser monitorados continuamente. Logo, o desenvolvimento de um plano de gestão que integre a preservação ambiental e o aproveitamento sustentável dos recursos turísticos é essencial para o futuro do PEMAV e das comunidades que dependem de sua riqueza natural.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Referências

BRASIL. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Brasília: MMA, 2007.

BRASIL. **Relatório de Qualidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2011.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; COSTA, M. A. J.; BRITO, A. C. L. Recifes costeiros da Paraíba, Brasil: usos, impactos e necessidades de manejo no contexto da sustentabilidade. **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, 2007.

DEBEUS, G.; CRISPIM, M. C. O turismo nas piscinas naturais de Picãozinho, João Pessoa, PB – percepções, conflitos e alternativas. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 21-32, 2008.

DEBEUS, G.; LIMA, E. R. V.; CRISPIM, M. C. Proposta de zoneamento para o ambiente recifal de Picãozinho, João Pessoa - PB. **Gaia Scientia**, 2012.

LABOREL, J. **Lês peuplements de madréporaires des cotes tropicales du Brésil**. Annales University of Abidjan, Abidjan, Costa do Marfim, v. 2, n. 3, p. 1-260, 1969.

PARAÍBA. **Decreto Estadual n. 21.263, de 28 de agosto de 2000**. Institui o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha. João Pessoa: Diário Oficial do Estado, 2000.

RUPPERT, E.; BARNES, R. **Zoologia dos Invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996.

SPALDING, M. D. et al. **World Atlas of Coral Reefs**. Berkeley: University of California Press, 2001.

THE CORAL REEF ALLIANCE. **Coral Reefs: Status and Conservation**. [S.l.]: The Coral Reef Alliance, 2005.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DA DUNA DA PRAIA DE GENIPABU, MUNICÍPIO DE EXTREMOZ – RN

Thais Menezes Lopes¹; Alisson Medeiros de Oliveira²

¹Universidade Federal do Ceará /ORCID: 0000-0003-2324-8888/thaislopismenezes@gmail.com/
<http://lattes.cnpq.br/5145631587563250>; ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará /
ORCID: 0000-0001-8167-279/medeirosdeoliveiraalisson@gmail.com/<http://lattes.cnpq.br/3691934016588818>

RESUMO: As dunas de Genipabu, presentes na faixa costeira do município de Extremoz, no Rio Grande do Norte, fazem parte da Área de Proteção Ambiental Jenipabu (APAJ) contendo dunas móveis e uma lagoa em seu entorno. Essa pesquisa objetivou identificar quais efeitos têm efetivado a degradação da duna de Genipabu presente na praia que está em processo de degradação devido ao avanço do nível do mar, turismo, ocupação e mudanças climáticas. Como procedimentos metodológicos, foi realizada uma visita a campo, análises bibliográficas, cartográficas e de satélite para comparar as transformações ocorridas nessas feições. A maritimidade, a instalação de empreendimentos às margens e em cima da duna tem diminuído o aporte sedimentológico oriundo também da praia de Santa Rita que está situada na APAJ, provocando a aceleração da redução altimétrica da duna, visto que esse processo ocorre naturalmente. Atrelado a isso, o turismo poderá contribuir no descarte indevido de resíduos sólidos, como foi possível perceber sobre e aos arredores desses depósitos eólicos, contribuindo para a degradação dessas dunas. Portanto, vê-se um prejuízo na dinâmica costeira requerendo uma atenção governamental.

Palavras-chave: Duna de Genipabu. Degradação ambiental. Geomorfologia costeira.

1 INTRODUÇÃO

As dunas são caracterizadas como depósitos eólicos formados em barreiras arenosas que dependem da disponibilidade sedimentar do ambiente que são fornecidos por deposição e remoção constantes, desde que em equilíbrio (Torres, Neto, Menezes, 2013). As dunas de Genipabu, presentes na faixa costeira do município de Extremoz no Rio Grande do Norte, fazem parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA) contendo dunas móveis e uma lagoa em seu entorno. Essa pesquisa tem enfoque na duna presente na praia de Genipabu e que está em processo de degradação devido ao avanço do nível do mar, uso e ocupação irregular na planície de deflação, diminuição no aporte sedimentológico, dentre outros. Portanto, a pesquisa teve como objetivo identificar quais efeitos têm efetivado a degradação da duna de Genipabu.

2 METODOLOGIA

Como procedimentos foram realizadas análises bibliográficas, dados do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - RN (IDEMA), de estudos científicos publicados sobre a área de estudo, do plano de manejo da APAJ e do perfil do turista potiguar. Além disso, foram realizados



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



registros fotográficos da praia e da duna visando comparar e investigar as transformações ocorridas ao longo dos anos. Sendo possível traçar a morfodinâmica e o perfil da praia de Genipabu por meio dos métodos de Diniz e Oliveira (2018), Giannini (2005), Suguio (2017) e Muehe (2019). Sequencialmente, a visita *in loco* se deu em 16 de abril de 2025 para identificar quais aspectos antrópicos têm contribuído para a degradação da duna, os aspectos estruturais, as formações existentes no entorno e o aporte sedimentológico. Por fim, foram estudadas as folhas geológicas de Extremoz e realizado um comparativo dos processos morfodinâmicos que modificam essa paisagem constantemente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Diniz e Oliveira (2018), as dunas fazem parte de um geocomplexo denominado Planícies Costeiras Úmidas, nas quais tem uma migração em direção ao noroeste devido aos ventos alísios vindos do Sudeste, sendo principalmente móveis em Genipabu (Figura 1). Por serem depósitos eólicos em constante movimentação, dependem diretamente do acúmulo de sedimentos supridos por deposição costeira, fluvial ou por vento (Giannini, 2005).

Figura 1 – Duna da praia de Genipabu - RN.



Fonte: Acervo dos autores (2025).

O campo de dunas pode ocorrer para além da zona pós praia, com coloração esbranquiçada, podendo ser submetidas aos processos de deflação e deposição, geralmente quartzosa, que possibilitam



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

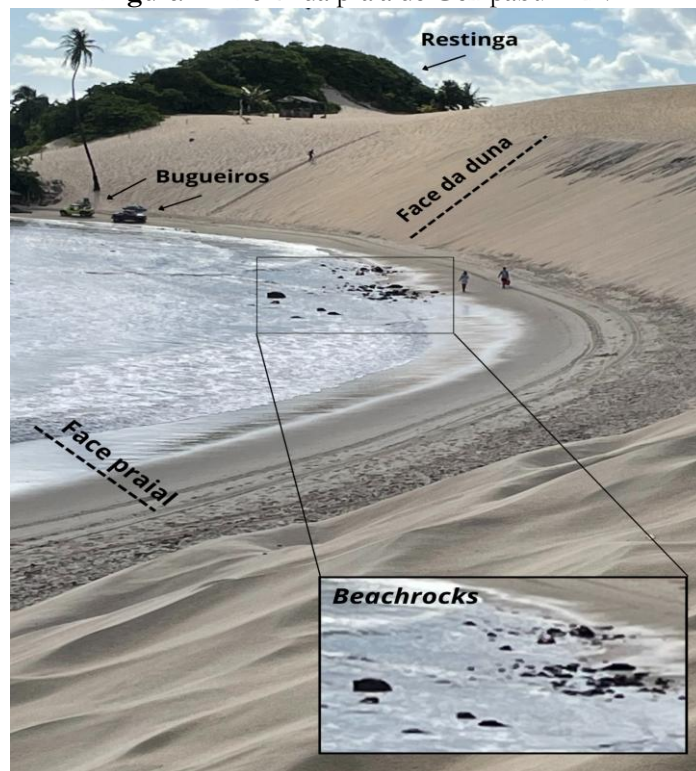


a migração natural das dunas (Araújo, 2006). Portanto, a planície de deflação expõe as dunas também à ação da energia cinética das ondas que tende a ser elevada, contribuindo para sua erosão (Malta, 2012). O direcionamento da duna se dá no sentido SE-NW transversalmente.

Por sua vez, vê-se que há presença de Mata Atlântica que tem seu desenvolvimento, geralmente, associado à solos arenosos (como no caso da área de estudo), com características de uma floresta ombrófila podendo ser densa ou rarefeita, dispondo de manguezais, restingas, tabuleiros litorâneos e mata ciliar. Ainda possui parcelas de Mata Atlântica no estado do RN, devido a ocupação humana, houve modificações e redução desse ecossistema tornando-os remanescentes secundários em diferentes níveis de regeneração (Torres et al., 2009).

Como demonstra a figura 2, tem-se restinga nas porções do topo e das proximidades da duna, de *Cocos nucifera* (L.) (coqueiros), *Anacardium occidentale* (L.) (cajuzeiros) e demais espécies que se proliferam comumente nesse tipo de ecossistema instável que requer suporte por conta do constante soterramento devido ao vento ou a salinidade advinda da água do mar. A formação de *beachrocks* (figura 2) que fica evidente com a maré baixa, demonstra uma unidade cenozóica da Bacia Potiguar, datando do período holocênico, com características alternando de areia fina a conglomerática que dispõe de estratificações oriundas de depósitos intermaré inferior a inframaré superior (Malta, 2012).

Figura 2 – Perfil da praia de Genipabu - RN.



Fonte: Acervo dos autores (2025).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

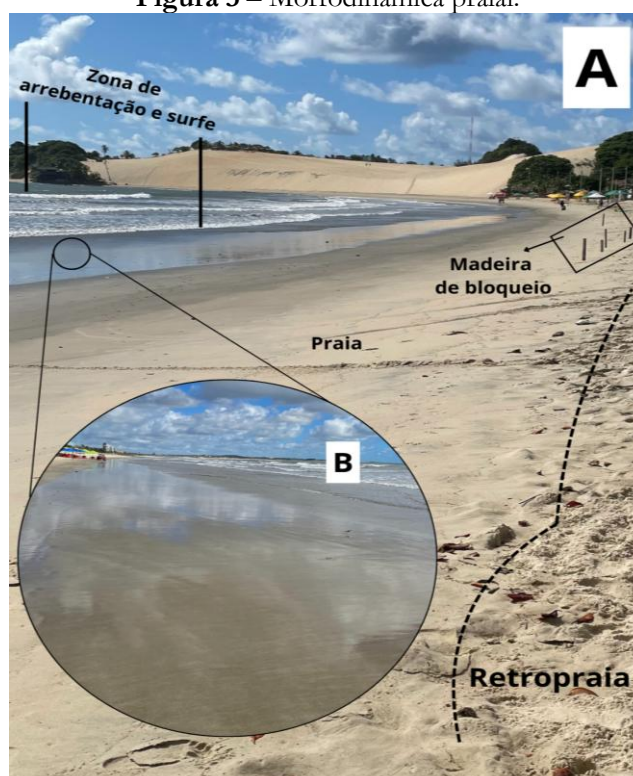


As *beachrocks* (ver figura 2) auxiliam na redução da velocidade da onda em direção a costa, estando principalmente na zona de estirâncio, indicando a elevação do nível do mar desde o período de formação e deposição desses seixos litificados (Suguio, 2017). No que concerne ao estirâncio ou face praial, corresponde à área onde ocorre a deposição dos sedimentos, abaixo da berma, suscitando na arrebentação das ondas, dissipando a energia e podendo gerar uma erosão laminar, expondo, inclusive minerais que deixam uma tonalidade escurecida onde se acumula (Lima, 2011).

Como pode se observar na figura 2, tem-se a presença de bugueiros realizando a demonstração dos atrativos turísticos de Genipabu (como a própria duna), portanto, nos períodos de intensa movimentação turística, geralmente sazonal, na face praial também são dispostas as barracas, causando poluição em razão do descarte indevido de resíduos orgânicos e inorgânicos (Lima, 2011).

Isto posto, a zona de arrebentação e surfe (figura 3) se estende da linha de costa até o limite da face praial (figura 3A e B), com uma profundidade que varia em cerca de 10 a 15 metros rampa de pouca declividade o que demonstra uma regressão em razão da distância com a linha de costa (Muehe, 2019). No caso de Genipabu, nota-se como a linha de costa tem sido tomada pelo avanço do mar, refletido pelo estágio intermediário de bancos e calhas longitudinais com uma face praial (figura 3A e B) extensa (Lima, 2011) resultando em uma concentração sedimentar formando o banco no ponto de arrebentação.

Figura 3 – Morfodinâmica praial.





II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Fonte: Acervo dos autores (2025).

Os bancos arenosos têm consonância com a fisionomia da praia, dos períodos de ondulação das ondas e da quantidade de nós de borda de onda, logo, quando se tem a redução da velocidade da onda atrelado com o intervalo de tempo entre a crista de uma onda e da chegada da seguinte, esses bancos podem tomar formato rítmico. Enquanto, os proximais, poderão estar interligados à praia tomando uma feição de cristas e canaletas (*ridge and runnels*) que ocasiona em oscilações de infragravidade (Calliari et al., 2003).

A praia e retropraia (figura 3) são algumas das terminologias destinadas à geomorfologia costeira para compreender a morfodinâmica desse ambiente. Por ser traduzido do inglês, algumas dessas terminologias se tornam errôneas quando não adequadas para o português como no caso das supracitadas. Assim sendo, segundo Muehe (2019), o que é frequentemente caracterizado como pós-praia, para o português o sentido estaria completo classificando somente como praia sendo essa feição, uma planície litorânea que tende a deposição. Vê-se também, madeiras de bloqueio para evitar o traslado de buggys por todas as áreas da praia podendo causar acidentes, principalmente, nos períodos de férias com grande concentração de banhistas.

Como torna-se evidente, a atividade turística tem grande valia para Genipabu, o Sistema de Inteligência Turística do Rio Grande do Norte (Sírio) que se configura como uma plataforma pública desenvolvida para contabilizar o turismo na região e traçar estratégias para aprimorar o desenvolvimento desse potencial, definiu em fevereiro de 2025 os atrativos turísticos mais visados no Rio Grande do Norte são a praia de Tibau do Sul/Pipa com 64,25%, Ponta Negra em razão do Morro do Careca com 63,88% e as dunas de Genipabu com 56,60% (Sírio, 2025). No panorama atual, percebe-se como a busca pelo turismo de sol e mar é tão intensa, seja por moradores do próprio estado ou a nível internacional, suscitando numa crescente ocupação irregular dessas áreas o que tende a prejudicar a zona costeira.

A ocupação irregular das dunas de Genipabu se dá antes da constituição da APAJ, em 1997 foi possível identificar 61 imóveis nessa situação. Ao longo dos anos acontece uma ascensão dessas residências em desacordo com a legislação, com a facilidade de emissão de cartas de aforamento e alvarás pela prefeitura do município de Extremoz sem qualquer fiscalização. No ano de 2012 haviam 494 residências instaladas na Zona de Proteção Especial, distribuídas espacialmente entre 268 em Santa Rita, 188 em Redinha Nova e 38 na comunidade África (Soares, Oliveira, Lima, 2018).

O crescimento constatado no ano de 2017 foi exponencial de 19,03% , saltando de 494 imóveis irregulares para 588. Tais instalações contribuem para o assoreamento do rio existente na APAJ que viabiliza a filtragem natural de partículas, resíduos e demais poluentes, de como que se estabelece como um serviço ecossistêmico de regulação da inundação, garantindo a absorção da água pelos sedimentos,



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



reduzindo o escoamento para as áreas adjacentes (Azevedo, Diniz, Rabelo, 2024). Adjunto disso, a ocupação se dá, em suma maioria, na planície de deflação promovendo uma impermeabilização do solo causando danos ao lençol freático e consequente poluição por esgoto e descarte de resíduos sólidos (Soares, Oliveira, Lima, 2018).

Os resíduos sólidos produzidos pelos residentes fixos ou temporários são dispersos nos períodos do ano nos quais os ventos atuam com maior intensidade, chegando até as dunas. Em março e abril a média está em torno de 3,22 e 3,29 m/s, enquanto, agosto e setembro tem-se 4,18 m/s e em outubro 4,11 m/s. A velocidade tende a aumentar no topo do campo de dunas em relação à sua base, mas com a presença de imóveis reduz bastante, promovendo uma espécie de barreira antrópica. Então, a eficiência de transporte dos sedimentos se dará com as rajadas de ventos mais velozes e sem obstáculos (Malta, 2012).

Vale ressaltar que a atividade turística promovida por meio de passeios em *buggys* está inserida na infraestrutura ofertada para promoção do lazer, inclusive tendo sido evidenciada em novelas como *Tieta* e *O clone* de repercussão nacional gravadas nas dunas de Genipabu. Com esse panorama, são oferecidos passeios fiscalizados pelo IDEMA dentro do controle da APAJ que estabelece um limite de 350 passeios por dia para não afetar a dinâmica das dunas, contudo, os bugueiros necessitam cobrar pela entradas dos visitantes sendo esse valor destinado para a APAJ havendo discordâncias com o sindicato o que gerou a formação de trilhas próprias (Soares, Oliveira, Lima, 2018).

Diante do exposto, percebe-se que os processos morfodinâmicos da área de estudo entre erosão, movimentos de massa e ações eólicas têm sido alterados devido à abrasão marinha e às ocupações humanas. A duna da praia de Genipabu, tende por sua vez, a inclinar sua vertente durante essas constantes interações, contudo, por todos os processos supracitados e ainda a carência de regulação desses depósitos eólicos têm acelerado a degradação e contribuído para a diminuição do aporte sedimentológico (Azevedo, Diniz, Rabelo, 2024).

É evidente, como demonstra a figura 4, as transformações que a duna da praia de Genipabu sofreu ao longo dos anos. Na década de 70 (4A), a duna possuía uma altimetria elevada e um formato sinuoso marcante, sendo rebaixado posteriormente (4B e C), aumentando a presença da restinga o que evidencia a degradação e a fixação da duna podendo ocorrer em breve.

Figura 4 – Transformação da duna de Genipabu ao longo dos anos. Imagem A: anos 70, B: 2010 e C: 2025.



Fonte: Imagens A e B: Lima (2011); C: acervo dos autores (2025).

A praia de Santa Rita localizada às adjacências de Genipabu fornece um aporte de sedimentos que tem sido prejudicado com as ocupações de residências irregulares próximas às dunas, reduzindo esse estoque (SOARES, OLIVEIRA, LIMA, 2018). Portanto, pode-se constatar que a praia de Genipabu se encontra em vulnerabilidade ambiental o que requer mais pesquisas que contribuam para o planejamento estratégico de conservação e possível recuperação dessa área, bem como, atuação dos órgãos fiscalizadores para que se efetive o plano de manejo proposto pela APAJ e seja elaborado um estudo de capacidade de carga para a circulação nas dunas. Para que Genipabu, não se torne mais um elemento esquecido no tempo, vide sua beleza cênica inigualável.

CONCLUSÃO

A praia de Genipabu está inserida em um contexto de fragilidade ambiental, dada as condições impostas pelo próprio avanço do mar e das ações humanas desordenadas. Por se tratarem de depósitos eólicos, as dunas dependem de um aporte sedimentológico para sua atividade, no caso da duna localizada



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



na linha de costa de Genipabu, a dinâmica marinha tem sido intensificada o que foi percebido no aumento da face praial ou estirâncio. Além disso, com a crescente ocupação por residências fixas e segundas residências para temporadas nas planícies de deflação como no caso de Santa Rita, tem suscitado na diminuição do aporte sedimentológico necessário para tal duna.

Agradecimentos e financiamento (Opcional)

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro que vem viabilizando o desenvolvimento de pesquisas como esta.

Referências

AZEVEDO, Jucicleide Gomes; DINIZ, Marco Túlio Mendonça; RABELO, Thiara Oliveira. Avaliação do risco de degradação do geopatrimônio na APA de Genipabu, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Geográfica**, v. 18, n. 49, p. 20-39, 2024.

BELTRÃO, Breno Augusto et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Extremoz**. CPRM, 2005.

CALLIARI, Lauro Júlio et al. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista brasileira de oceanografia**, v. 51, p. 63-78, 2003.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, Antônia Vilaneide Lopes Costa de. Mapeamento das unidades de paisagem do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim Goiano de geografia**, v. 38, n. 2, p. 342-364, 2018.

GIANNINI, Paulo César Fonseca et al. Dunas e paleodunas eólicas costeiras e interiores. In: Souza et al. **Quaternário do Brasil**. São Paulo: Holos, 2005.

IDEMA. **Perfil do município Extremoz 2013**. 2013.

IBGE. Cidades e Estado - Extremoz. IBGE, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/extremoz.html>> . Acesso em: 25 de ago. 2025.

LIMA, Janny Suenia Dias de. Análise e monitoramento geoambiental da praia de Genipabu, Extremoz/RN. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2011.

MALTA, Júlia Varella. Experimento de fluxo de sedimentos em um segmento de campo de dunas eólicas costeiras de Jenipabu-Litoral oriental do Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2012.

MUEHE, Dieter. Pós-praia não deve ser traduzido como backshore—uma revisão da terminologia brasileira do sistema praia—antepraia Backshore shouldn't be translated as pós-praia—a revision of the



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Brazilian beach-shoreface terminology. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 10, n. 1, p. 40-43, 2019.

RIO GRANDE DO NORTE, 2009. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental– APA Jenipabu: Relatório de Consolidação, Natal.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. Oficina de textos, 2017.

SÍRIO. Perfil do turista potiguar 2025. SÍRIO, 2025. Disponível em: <<https://sirio.tur.br/painel/?p=perfil-do-turista-potiguar-2025>> . Acesso em: 25 de ago. 2025.

SOARES, Ilton Araújo; OLIVEIRA, Jorge Eduardo Lins; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana. Conflitos socioambientais na Área de proteção Ambiental de Jenipabu–RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 2, p. 490-509, 2018.

SILVA, Kalyane Eduarda de Almeida. **Perfil sociodemográfico dos bugueiros que trabalham nas dunas de Genipabu: um estudo na APCBA**. 2024. Tese de Doutorado.

TORRES, Denise de Freitas et al. Etnobotânica e etnozoologia em unidades de conservação: uso da biodiversidade na APA de Genipabu, Rio Grande do Norte, Brasil. **Interciencia**, v. 34, n. 9, p. 623-629, 2009.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; NETO, Roberto Marques; MENEZES, Sebastião de Oliveira. **Introdução à geomorfologia**. Cengage Learning, 2013.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



VULNERABILIDADES E PESCA NA LAGOA DE ARARUAMA (RJ): APRENDIZADO METODOLÓGICOS E COMPARATIVOS PARA A GESTÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Clara Correia Vieira^{1*}; Maria Isabela Lauvres²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ORCID: 0009-0005-3733-9977/
claracorreiav1@outlook.com/ Lattes: 6209880395713447; ²Universidade do Estado do Rio de Janeiro /
mariaisabelalauvres@gmail.com / Lattes: 4221945170277564 *Autor correspondente:
claracorreiav1@outlook.com

RESUMO: A Lagoa de Araruama, localizada na Região dos Lagos (RJ), é mais que um corpo lagunar hipersalino: constitui um espelho d'água onde se reflete a vida de comunidades que dela dependem. Entre remos e redes, a pesca artesanal se desenha como herança cultural e sustento cotidiano, mas também como prática ameaçada. Nas últimas décadas, a erosão costeira, o assoreamento, a poluição e as mudanças climáticas vêm corroendo as margens e fragilizando modos de vida. Este trabalho tem como fio condutor a análise das vulnerabilidades que afetam a pesca artesanal na Lagoa de Araruama, integrando ciência e tradição. Para tanto, mobiliza revisão bibliográfica sobre dinâmica costeira, análises espaciais em QGIS com dados de satélite e séries históricas de uso e cobertura da terra, além da caracterização das áreas críticas para a atividade pesqueira. Embora situado no Sudeste, o estudo estabelece um diálogo direto com os desafios enfrentados no Nordeste brasileiro, região onde a erosão costeira já atinge cerca de 40% da faixa litorânea, de acordo com relatórios do Projeto Orla e do IBGE. Estados já registram intensos processos de recuo de falésias, avanço do mar sobre áreas urbanizadas e impactos diretos sobre comunidades pesqueiras tradicionais. Assim, os resultados alcançados em Araruama são apresentados como referência metodológica e conceitual, oferecendo subsídios para compreender e enfrentar as vulnerabilidades costeiras nordestinas.

Palavras-chave: Pesca artesanal. Comunidades tradicionais. Gestão Costeira.

1 INTRODUÇÃO

A erosão costeira e as mudanças climáticas consolidam-se como uma das principais ameaças às comunidades tradicionais que dependem, cotidianamente, dos recursos marinhos e lagunares. A Lagoa de Araruama, além de ser o maior corpo lagunar hipersalino da América Latina, é palco de tensões socioambientais que ecoam em outras regiões costeiras brasileiras, em especial no Nordeste. Essa região, marcada por uma extensa linha de costa e por forte dependência socioeconômica das atividades pesqueiras e turísticas, enfrenta de maneira particularmente intensa processos erosivos, muitas vezes agravados pela falta de planejamento urbano e pela vulnerabilidade socioambiental de comunidades tradicionais.

No Nordeste, a situação adquire proporções alarmantes. Relatórios do Projeto Orla e levantamentos recentes do IBGE indicam que mais de dois mil quilômetros da linha de costa apresentam sinais de erosão significativa. No Ceará, as falésias de Morro Branco e Canoa Quebrada, conhecidas por sua importância turística e cultural, passam por um processo de avanço do mar de 1,54 metros por ano



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



entre 1958 e 2002 (SILVA et al., 2018), comprometendo infraestruturas e modos de vida locais. Em Pernambuco, o avanço do mar em Olinda e na Região Metropolitana do Recife ameaça não apenas bairros inteiros, mas também o patrimônio cultural e histórico, evidenciando como a erosão costeira é também um problema social e político. No Rio Grande do Norte, comunidades em Areia Preta e Ponta Negra enfrentam destruição recorrente de calçadões, casas e áreas de lazer, enquanto na Bahia, localidades como Mucuri e Coroa Vermelha registram perdas de faixas de areia e graves impactos sobre a pesca artesanal.

Tal como ocorre na Lagoa de Araruama, onde a dinâmica hidrossedimentar se associa à pressão urbana, no Nordeste a combinação entre crescimento urbano desordenado, retirada da vegetação nativa e aumento da frequência de eventos extremos gera cenários de vulnerabilidade crescente. Ambos os contextos revelam que a erosão não é apenas fenômeno físico, mas processo político-ecológico que compromete atividades tradicionais, redesenha territórios e ameaça identidades culturais.

Quadro 1. Quadro comparativo de aspectos entre a Região dos Lagos e o Nordeste

Aspectos	Região dos Lagos (Lagoa de Araruama – RJ)	Nordeste Brasileiro
Contexto Geográfico	Maior lagoa hipersalina da América Latina, localizada na Região dos Lagos (RJ), integrada a um ambiente lagunar costeiro cercado por intensa urbanização e turismo.	Extensa faixa litorânea (mais de 3.300 km), composta por praias arenosas, falésias, manguezais e estuários, com elevada
Principais Problemas Ambientais	Assoreamento, poluição difusa, erosão costeira localizada e pressão urbana desordenada sobre margens e áreas de pesca	Erosão costeira intensa (cerca de 40% da linha de costa afetada), avanço do mar, recuo de falésias, destruição de dunas e perda de manguezais/restingas
Impactos sobre Comunidades Pesqueiras	Redução de áreas seguras para pesca, queda nos estoques pesqueiros, perda de renda e ameaça à identidade cultural	Dificuldade de arrasto de embarcações, perda de áreas de pesca, maior instabilidade nas marés, redução de manguezais que comprometem a reprodução de espécies como o caranguejo-uçá
Exemplos Locais	Comunidades de Araruama, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio relatam degradação ambiental ligada à expansão urbana e à pressão sobre a lagoa	Ceará: Morro Branco e Canoa Quebrada (recuo de falésias). Pernambuco: Olinda e Recife (avanço do mar). Rio Grande do Norte: Ponta Negra (destruição de calçadões). Bahia: Mucuri e Coroa Vermelha (perda de praias).
Metodologias de Análise	Integração de geoprocessamento (Landsat, Sentinel, MapBiomas) e saberes tradicionais de pescadores, análise multitemporal em QGIS.	Uso de sensoriamento remoto (FUNCEME, CPRM, UFBA), análises multitemporais e integração de saberes locais para monitoramento da erosão e perda de ecossistemas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Comparação Geral	Vulnerabilidades mais ligadas ao assoreamento e poluição difusa em contexto lagunar.	Vulnerabilidades mais associadas ao recuo acelerado da linha de costa e avanço do mar sobre comunidades litorâneas
------------------	--	--

Fonte: Elaborada pelos autores

2 METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada adota natureza qualitativa, ancorada em métodos de geoprocessamento e revisão bibliográfica sistemática. Foram reunidos dados espaciais, como imagens

Landsat e *Sentinel-2*, séries históricas do MapBiomas e informações topográficas do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística - IBGE, processados em QGIS para mapear áreas críticas de erosão, assoreamento e poluição. O diferencial metodológico consiste na sobreposição desses dados com zonas de pesca artesanal identificadas em bibliografia e registros comunitários, de modo a integrar ciência e saberes tradicionais.

Embora aplicada à Lagoa de Araruama, essa abordagem mostra-se altamente replicável no Nordeste. Pesquisas realizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos FUNCEME no Ceará, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM em Pernambuco e pelo Laboratório de Oceanografia Geológica da UFBA confirmam que metodologias de análise multitemporal, uso de sensoriamento remoto e integração de saberes locais são fundamentais para compreender e enfrentar a erosão costeira. No Ceará, por exemplo, séries de imagens de satélite têm revelado não apenas recuos acelerados da linha de costa, mas também padrões de assoreamento que reduzem a navegabilidade em estuários. Em Pernambuco, estudos geoespaciais têm sido aplicados para monitorar a vulnerabilidade da Ilha de Itamaracá e do litoral sul do estado, com destaque para a perda de manguezais. Na Bahia, a análise multitemporal de imagens *Landsat* tem mostrado como a supressão da vegetação ciliar acelera a degradação costeira em trechos de Ilhéus e Porto Seguro.

Os conhecimentos tradicionais contribuíram não apenas para identificar áreas críticas de pesca e erosão, mas também para validar os resultados gerados no QGIS, permitindo a correlação entre dados espaciais e relatos empíricos das comunidades locais.

Assim, os resultados alcançados em Araruama são apresentados como referência metodológica e conceitual, oferecendo subsídios para compreender e enfrentar as vulnerabilidades do litoral nordestino e subsidiar estratégias integradas de gestão costeira e adaptação ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na Lagoa de Araruama revelam que, ao longo das últimas duas décadas, houve recuo progressivo das margens, aumento do assoreamento e perda da resiliência geomorfológica

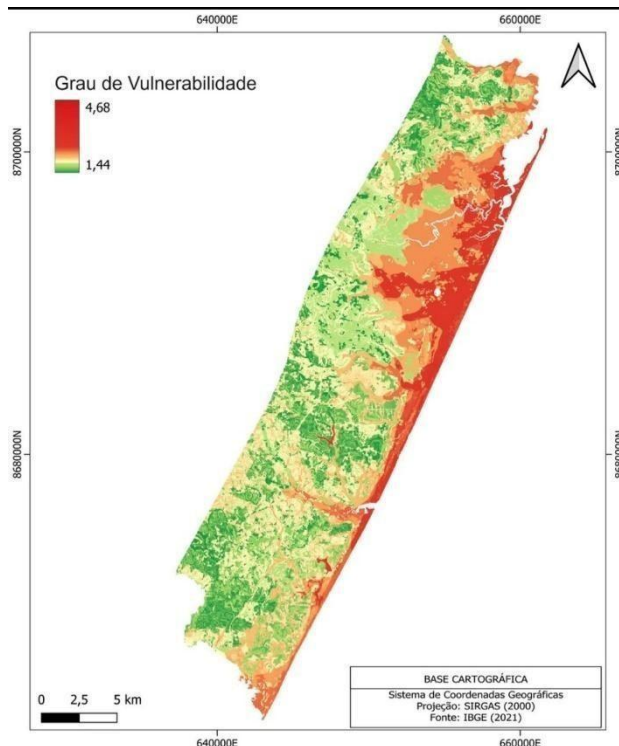


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Em Pernambuco, pescadores artesanais de Olinda e Jaboatão têm relatado perda de pontos de pesca e maior instabilidade nas marés em decorrência da erosão e do assoreamento. No Rio Grande do Norte, a diminuição de áreas de manguezal compromete a reprodução de espécies de importância econômica, como o caranguejo-uçá, enquanto na Bahia a perda de restingas e dunas em localidades como Prado e Alcobaça tem impactos diretos sobre a proteção natural da linha de costa e sobre os modos de vida tradicionais. É possível observar o grau de vulnerabilidade natural à erosão da Zona Costeira do Conde, Bahia, de forma que haja compreensão das semelhanças e diferenças.

Figura 2. Vulnerabilidade natural à erosão da Zona Costeira do Conde, Bahia



Fonte: SOUZA, podNilmara; SANTOS, Ana Caroline; JUNIOR, Marcus Vinicius (2024)

O estudo revela tanto semelhanças quanto diferenças. Em ambos os contextos, a erosão costeira é intensificada pelo avanço urbano desordenado e pela retirada da vegetação nativa, gerando perdas socioeconômicas para a pesca artesanal. Entretanto, no Nordeste, a predominância de praias arenosas e falésias expõe as comunidades a taxas de recuo ainda mais aceleradas e a uma maior instabilidade frente ao aumento do nível do mar. Em contrapartida, Araruama, por se tratar de um corpo lagunar, apresenta vulnerabilidades mais relacionadas ao assoreamento e à poluição difusa, ainda que seus impactos sociais se aproximem daqueles encontrados no Nordeste. Essa comparação demonstra que metodologias



integradas de mapeamento, análise socioambiental e diálogo com saberes locais são aplicáveis e necessárias em ambos os cenários.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia que a pesca artesanal na Lagoa de Araruama encontra-se ameaçada pela combinação de erosão costeira, assoreamento, poluição difusa e avanço urbano desordenado. Tais processos revelam um quadro de vulnerabilidade multidimensional, em que o conhecimento tradicional das comunidades desempenha papel essencial na interpretação dos impactos e na formulação de estratégias adaptativas.

Esses processos, quando analisados em conjunto, revelam um quadro de vulnerabilidade multidimensional que compromete não apenas o meio físico, mas também a reprodução social e cultural das comunidades locais. Mais do que um diagnóstico específico, a pesquisa oferece um modelo metodológico aplicável ao Nordeste brasileiro, onde a erosão costeira impacta fortemente comunidades pesqueiras tradicionais.

Ao integrar geoprocessamento, bibliografia especializada e conhecimentos locais, este trabalho propõe um caminho de análise que pode ser replicado em diferentes realidades nordestinas, como as de Olinda, Fortaleza, Natal e Porto Seguro. Recomenda-se o fortalecimento de políticas públicas integradas que articulem ciência, comunidade e gestão, a implementação de programas de monitoramento participativo, a adoção de medidas adaptativas como a recuperação de restingas, manguezais e dunas, e o aprofundamento de análises comparativas entre regiões.

A Lagoa de Araruama e a zona costeira do Nordeste, embora distintas em seus aspectos geomorfológicos, compartilham vulnerabilidades e desafios. Reconhecer esses pontos em comum é fundamental para a construção de estratégias de enfrentamento que permitam transformar cenários de risco em oportunidades de resistência e renovação. Somente com a articulação entre ciência e tradição, entre algoritmos e redes de pesca, será possível garantir que tanto Araruama quanto o litoral nordestino continuem sendo espaços de vida, cultura e identidade.

Dessa forma, os achados deste estudo não apenas corroboram diagnósticos já existentes na literatura, como também reforçam a importância de metodologias integradas de geoprocessamento e diálogo com saberes locais — estratégias já recomendadas em pesquisas da FUNCEME, do CPRM e do Laboratório de Oceanografia Geológica da UFBA. Isso demonstra que os resultados alcançados em Araruama oferecem subsídios comparativos e metodológicos relevantes para compreender e enfrentar os desafios da erosão costeira no Nordeste. Isso demonstra que os resultados alcançados em Araruama oferecem subsídios comparativos e metodológicos relevantes para compreender e enfrentar os desafios



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



da erosão costeira no Nordeste. Mais do que uma análise pontual, o estudo propõe um modelo de leitura integrada que combina dados de sensoriamento remoto, observação de campo e saberes comunitários, permitindo a identificação de áreas críticas e a priorização de medidas de adaptação. Tais resultados podem subsidiar a formulação de políticas públicas intermunicipais e interestaduais, voltadas à gestão participativa da zona costeira, ao fortalecimento das comunidades pesqueiras e à recuperação de ecossistemas frágeis como manguezais, restingas e dunas. Dessa forma, o caso de Araruama assume caráter paradigmático, servindo como referência metodológica e conceitual para a construção de estratégias sustentáveis de enfrentamento da erosão e de promoção da resiliência socioambiental nas regiões costeiras brasileiras.

Referências

AGUIAR, Valquíria Maria de Carvalho; FALHEIRO, Paula Ferreira Abuchacra; NETO, José Antônio Baptista; OLIVEIRA, Allan Sandes de. Environmental assessment concerning trace metals and ecological risks at Guanabara Bay, RJ, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 8, p. 448, 2018. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65df05b40f3e94b9e5d42f5f>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. **Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020.

BRASIL. **Programa Preamar-PB: Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2022.

LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes. **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Mapa-indicativo-da-vulnerabilidade-a-inundacao-e-erosao-costeira-no-litoral-entre-Cabo_fig41_317952104. Acesso em: 10 out. 2025.

SILVA, R. R.; LIMA, K. S. F.; CÂMARA, I. F.; PINHEIRO, L. S. **Vulnerabilidade física das falésias de Canoa Quebrada – CE**. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO), 2018, Crato. Anais... Crato: SINAGEO, 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/2/2-484-2063.html>. Acesso em: 10 out. 2025.

SOUZA, Nilmara Saturnino de; SANTOS, Ana Caroline de Souza; ALMEIDA JÚNIOR, Marcus Vinícius. **Mapa de vulnerabilidade natural à erosão da zona costeira do Conde, Bahia**. Salvador: UFBA, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Mapa-de-vulnerabilidade-natural-a-erosao-da-zona-costeira-do-Conde-Ba_fig3_383244836. Acesso em: 10 out. 2025.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



IMPACTOS, VULNERABILIDADE E A ADAPTAÇÃO NO AMBIENTE DE MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DO RIO CURIMATAÚ-CUNHAÚ, BAÍA FORMOSA E CANGUARETAMA (RN)

Francicélio Mendonça da Silva^{1*}; Fabrícia Silva Araújo²; Geilson Silva Pereira³; Jefferson da Costa Silva⁴; Márcio Balbino Cavalcante⁵; Maykon Targino da Silva⁶

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/<https://orcid.org/0009-0002-5143-7715/francicelio.geoambiente@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/2387516731903935>;

²Universidade Federal da Paraíba – UFPB/<https://orcid.org/0009-0005-9403-9882/araujo.sfabricia@gmail.com>/<https://lattes.cnpq.br/6213952424487025>;

³Universidade Federal da Paraíba – UFPB/<https://orcid.org/0009-0006-3488-0618/geilson1403@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/5307887822253327>;

⁴Universidade Federal da Paraíba – UFPB/<https://orcid.org/0009-0008-0833-0676/jeffersonsilvageo@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/6130571216528944>;

⁵Faculdades Integradas de Patos – UNIFIP/<https://orcid.org/0000-0002-6144-4399/profmarciobalbino@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/6684625267946878>;

⁶Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN/<https://orcid.org/0000-0002-9486-2714/maykontargino@hotmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/4613386627531902>.

*Autor correspondente: francicelio.geoambiente@gmail.com

RESUMO: O manguezal é um espaço geográfico de interface entre o continente e o oceano, onde enfrenta forte instabilidade natural e a ocupação humana não planejada no seu ambiente. Este artigo tem como objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais, a vulnerabilidade e as medidas de adaptação do ecossistema de manguezal do Estuário do rio Curimataú-Cunhaú, localizado nos municípios de Baía Formosa e Canguaretama (RN). A metodologia fundamentou-se em análises bibliográficas e geocartográficas, utilizando-se propostas de Miranda *et al.* (2002), Lacerda *et al.* (2005), Sanchez (2008), Bastos e Almeida (2002), Medeiros e Oliveira (2007), Tagliani (1993) e de Turner *et al.* (2007) e a visitação de campo tem como suporte a aplicação de técnicas de SIG na compilação, interpretação e sistematizada dos dados. A AIA demonstrou as ações antrópicas na construção de viveiros de camarão, a expansão das ocupações irregulares urbanas, a extração de madeira e os lançamentos de dejetos domésticos e de efluentes químicos. Portanto, a AIA integrada à análise dos impactos ambientais, a vulnerabilidade e a adaptação de medidas mitigatórias contribuirão como uma ferramenta de suporte á tomadas de decisões para o planejamento, gestão e o gerenciamento costeiro que venha interferir no desenvolvimento das funções ecológicas, sociais e econômicas.

Palavras-chave: Zona Costeira. Ecossistema de Manguezal. Impactos Ambientais.

1. INTRODUÇÃO

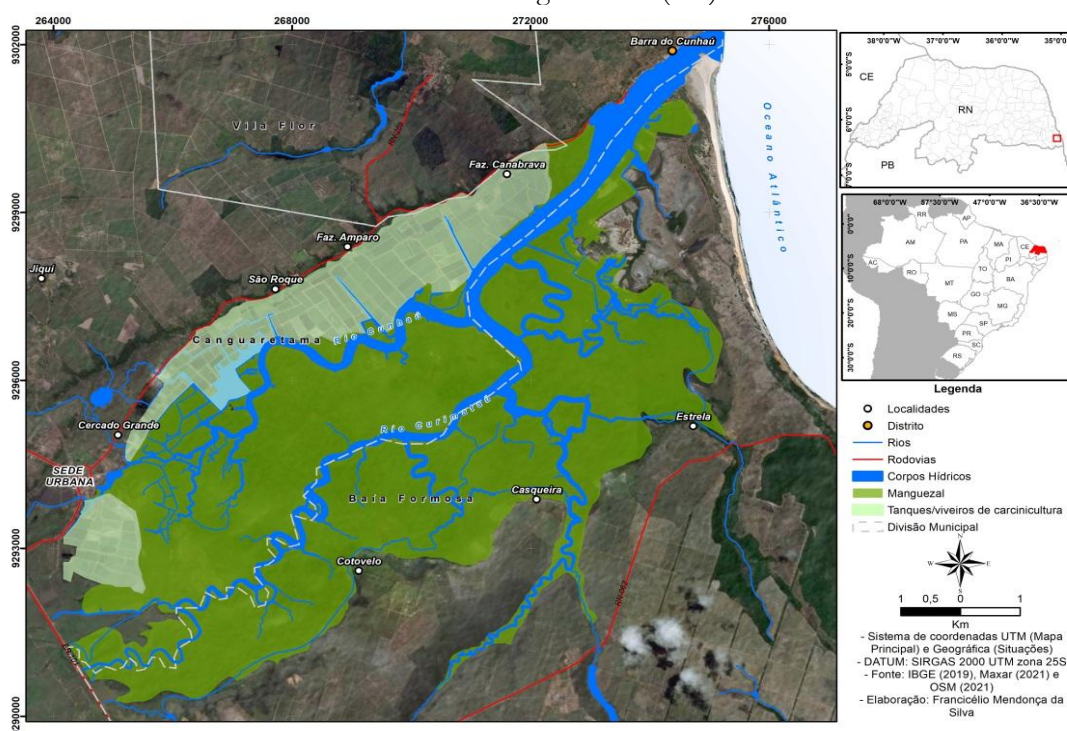
A zona costeira constitui-se em um ambiente de interação entre o ar, o continente e o mar, caracterizando-se pela apropriação e uso do solo, frequentemente submetidos a diferentes graus de vulnerabilidade ambiental em função da exploração dos recursos naturais e da ocupação não planejada. Trata-se de um espaço que apresenta definições socioambientais que consideram aspectos demográficos, ecológicos e geográficos (GRUBER; BARBOSA; NICOLLODI, 2003). Além disso, esse ambiente é

influenciado por ações de agentes costeiros, continentais e marinhos, sendo constantemente moldado por fatores sociais, ambientais e econômicos.

Nesse contexto, o ambiente estuarino “[...] trata-se de um ecossistema de transição entre o oceano e o continente, a complexidade e vulnerabilidade à influência do homem são características comuns a todos os estuários” (Miranda *et al.* 2002, p. 1). Inserido no sistema costeiro estuarino, o manguezal constitui um ecossistema de interface entre o continente e o oceano, desenvolvendo-se principalmente nas desembocaduras dos rios, em barras arenosas e enseadas, sob influência dos movimentos das águas marinhas e fluviais. Esses ambientes estão sujeitos à dinâmica das marés, sendo suas espécies adaptadas a solos hidromórficos, com elevada salinidade e baixa concentração de oxigênio (SCHAEFFER - NOVELLI, 1995).

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais, a vulnerabilidade e a adaptação do ambiente de manguezal do estuário do rio Curimataú-Cunhaú (**Figura 1**), localizado nos municípios de Baía Formosa e Canguaretama, estado do Rio Grande do Norte (RN). Busca-se evidenciar as alterações ambientais e seus impactos, bem como suas implicações espaciais, propondo medidas de adaptação e mitigação de possíveis danos, a fim de subsidiar a construção de cenários futuros voltados ao monitoramento e à resiliência do ambiente.

Figura 1 - Localização do Ambiente de Manguezal no Estuário do rio Curimataú-Cunhaú (RN), Baía Formosa e Canguaretama (RN).



Fonte: Silva (2025).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Portanto, a identificação e avaliação de impactos ambientais, da vulnerabilidade e a aplicação de adaptação do ecossistema de manguezal são de fundamental importância social, econômica e ambiental. A integração de usos múltiplos do solo, potencialidades e limitações, instrumentos legais, serve de subsídios para o planejamento, gestão e o monitoramento ambiental do território, proporcionando o fortalecimento da política de preservação e conservação do ecossistema de manguezal. Isso identificar os impactos ambientais e vulnerabilidade e a adaptação têm como objetivo a aplicação do planejamento territorial e ambiental, o gerenciamento e o ordenamento do uso e ocupação do solo.

2. METODOLOGIA

A aplicação metodológica direcionou-se ao ambiente costeiro de manguezal, fundamentando-se em procedimentos técnico-operacionais e em instrumentos de apoio. O processo foi estruturado em três etapas principais: (I) levantamento bibliográfico e geocartográfico; (II) aquisição de dados espaciais; e (III) aplicação de técnicas de geoprocessamento para análise e correlação dos dados:

2.1 Levantamento bibliográfico e geocartográfico

Na primeira etapa, realizou-se um levantamento de trabalhos em gabinete, com análises bibliográficas, documentais e geocartográficas, que serviram como base conceitual e metodológica para a compreensão do ambiente de manguezal e suporte à Avaliação de Impactos Ambientais (AIA). Foram utilizadas imagens de satélite dos sensores TM e ETM dos satélites LANDSAT 5 e 7 (órbita 241/64), além de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (SEMARH).

2.2 Levantamento e aquisição de dados espaciais

Na segunda etapa, aplicou-se o método da Listagem de Controle (*check-list*), associado à Matriz de Interação de Impactos Ambientais (**Tabela 1**), conforme as propostas de Bastos e Almeida (2002), Medeiros e Oliveira (2007) e Sánchez (2008). Essa abordagem possibilitou uma identificação mais precisa das mudanças espaciais e uma avaliação sistemática dos impactos ambientais (Sánchez, 2008). Complementarmente, foram realizados registros fotográficos durante as atividades de campo, bem como a utilização de imagens aéreas do IBAMA referentes à área de estudo.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Tabela 01 - Matriz de análise dos critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA).

CÓDIGO ATRIBUTO	ATRIBUTO	CONDIÇÕES AMB.	CARACTERIZAÇÃO
NI	Natureza	P	Positivo
		N	Negativo
IMP	Importância	S	Significativo
		M	Moderado
		NS	Não significativo
M	Manifestação	MI	Imediato
		MCP	Curto prazo
		MMP	Médio prazo
		MLP	Longo prazo
RV	Reversão	RR	Reversível
		RI	Irreversível
OR	Ordem	OD	Direta
		OI	Indireta
DR	Duração	TDr	Temporário
		CDr	Cíclico
		PDr	Permanente
AB	Abrangência	AbL	Local
		AbR	Regional
O	Ocorrência	OC	Certa
		OIN	Incerta

Fonte: Medeiros e Oliveira (2007), Bastos e Oliveira (2002) e Sánchez (2008).

2.3 Técnicas de geoprocessamento, análise e correlação dos dados

A terceira etapa consistiu na aplicação de técnicas de geoprocessamento voltadas ao mapeamento do ambiente costeiro de manguezal, com vistas à identificação e classificação da superfície terrestre. A delimitação da paisagem costeira foi realizada com base na utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG), empregando técnicas de interpretação fundamentadas em Miranda *et al.* (2001), Lacerda *et al.* (2005) e no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006). O procedimento incluiu vetorização e análise espacial da morfologia costeira, possibilitando a edição, visualização e integração de dados geoespaciais.

3. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS, VULNERABILIDADE E A ADAPTAÇÃO NO AMBIENTE DE MANGUEZAL

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) aplicada ao ambiente de manguezal foi realizada por meio dos métodos da listagem de controle (*check-list*) e da Matriz de Interação de Impactos Ambientais (Tabela 2). Os manguezais apresentam significativa exposição a pressões antrópicas, associadas a diferentes formas de uso e ocupação do solo. Nesse contexto, a AIA teve como objetivo identificar, mensurar e avaliar os impactos ambientais, considerando suas implicações socioespaciais e atribuindo valores à magnitude dos danos, com base na integração de métodos de análise ambiental.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



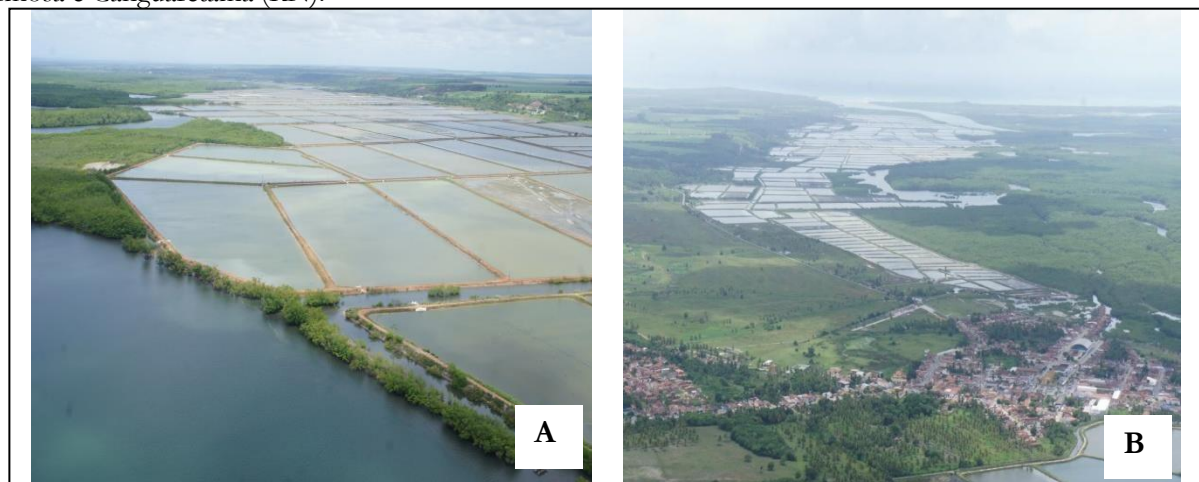
Tabela 02 – AIA no Ambiente de Manguezal no Estuário do Rio Curimataú/Cunhaú, Baía Formosa e Canguaretama (RN).

IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS	AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL							
	NI	IMP	M	RV	OR	DR	AB	O
ALTERAÇÃO MORFOLOGIA	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
DESCARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
DESMATAMENTO DA COBERTURA VEGETAL	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
BLOQUEIO DOS CANAIS DE MARÉS E GAMBOAS	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
ACUMULAÇÃO DE SEDIMENTOS NOS CANAIS DE MARÉS	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
EROSÃO E ASSOREAMENTO DOS RIOS	N	S	MMP	RR	OD	PDR	AbL	Oin
GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbR	OC
EUTROFIZAÇÃO	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbR	OC
RISCO DE CONTAMINAÇÃO NA CADEIA ALIMENTAR	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbL	OC
DESTRUIÇÃO DE HABITATS NATURAIS E BÊRÇARIOS ECOLÓGICOS	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
DESTRUIÇÃO DE ÁREAS DE EXTRATIVISMO E DE CAPTURAS DE PEIXES, MARISCOS E CRUSTÁCEOS	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
DESPEJO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS E RESÍDUOS SÓLIDOS	N	S	MI	RR	OD	TDR	AbR	OC
FORMAÇÃO DA SALINIZAÇÃO DO SOLO	N	S	MI	RI	OD	PDR	AbL	OC
REDUÇÃO DA BIODIVERSIDADE	N	S	MI	RI	OD	TDR	AbL	OC

Fonte: Adaptado de Bastos e Oliveira (2002), Medeiros e Oliveira (2007) e Sánchez (2008).

Os resultados evidenciam que a principal pressão identificada na área de estudo decorre da expansão da carcinicultura, responsável por alterações expressivas na dinâmica ambiental do estuário (**Figura 2 - A e B**). O desmatamento da vegetação nativa para a construção de viveiros de camarão e obras de canalização modificou o fluxo de nutrientes nos canais de maré e nos ambientes de gamboas, além de comprometer a conectividade ecológica. Observou-se, ainda, a disposição de efluentes contendo metabissulfito de sódio durante o processo de despesca, prática utilizada para evitar a disseminação da mancha branca nos camarões. Essa atividade ocasiona a poluição e a contaminação dos recursos hídricos superficiais, promovendo aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e intensificação dos processos de eutrofização.

Figura 2 - A e B: Visualização da Ocupação da Atividade de Carcinicultura no ambiente de Manguezal, Baía Formosa e Canguaretama (RN).



Fonte: IBAMA (2012).

Outro impacto relevante corresponde ao descarte de resíduos sólidos e de substâncias químicas nos corpos hídricos, resultando na acumulação de contaminantes nos sedimentos. Essa condição representa um risco à cadeia alimentar, com redução da disponibilidade de recursos pesqueiros essenciais, como crustáceos, peixes e mariscos, e à destruição de áreas tradicionalmente utilizadas para pesca artesanal.

Além disso, a supressão da vegetação contribui para a intensificação dos processos erosivos e do assoreamento dos canais de maré. Tais alterações modificam a dinâmica sedimentar, com a formação de bancos de areia e a redução da área de manguezais, impactando diretamente o transporte e a deposição de sedimentos ao longo do estuário do rio Curimataú - Cunhaú. Ressalta-se que o ambiente de manguezal apresenta vulnerabilidade intrínseca às mudanças ambientais, sobretudo aquelas relacionadas à hidrodinâmica e à sedimentação.

Paralelamente, verificou-se a expansão de ocupações urbanas irregulares sobre áreas de manguezal, fenômeno que tem resultado na supressão da vegetação e no aterramento de terrenos úmidos. Essas práticas contribuem para o lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos, agravado pela precariedade da infraestrutura de saneamento básico local. Tais condições reduzem a disponibilidade de recursos pesqueiros, comprometendo a sustentabilidade socioeconômica das comunidades tradicionais que dependem diretamente desse ecossistema.

Dessa forma, a interação entre a ocupação do solo e a degradação ambiental revela áreas de maior vulnerabilidade e impacto, sobretudo aquelas relacionadas à carcinicultura e à expansão urbana. É importante ressaltar que os manguezais desempenham funções ambientais vitais, como a proteção da linha de costa contra processos erosivos, a mitigação de eventos extremos (inundações e tempestades),



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



além de constituírem áreas de abrigo, desenvolvimento e alimentação para diversas espécies marinhas e terrestres.

Com base nessas constatações, recomenda-se a adoção de medidas adaptativas que visem à mitigação e ao controle dos impactos ambientais. Entre elas, destacam-se: o reflorestamento da cobertura vegetal; a implementação de práticas de ecoturismo sustentável; o fortalecimento da fiscalização ambiental; e a regulação da atividade de carcinicultura, com normas mais rígidas de licenciamento e incentivo a sistemas de recirculação de água. Também se ressaltam a necessidade de implantação de sistemas de tratamento de esgoto, coleta seletiva e reciclagem, bem como o monitoramento contínuo da expansão urbana. Essas ações podem contribuir para a resiliência do ecossistema de manguezal e para a manutenção de seus serviços ambientais e socioeconômicos.

4. CONCLUSÃO

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) evidenciou que o ambiente de manguezal estudado sofre pressões significativas decorrentes da carcinicultura, da supressão da vegetação nativa, da ausência de saneamento básico e do descarte inadequado de resíduos sólidos. Esses fatores contribuem para a poluição e contaminação dos recursos hídricos, intensificação da erosão e assoreamento dos rios, resultando em prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

Conclui-se que a aplicação da AIA, associada à análise da vulnerabilidade, configura-se como instrumento essencial para subsidiar o planejamento e o gerenciamento do ambiente costeiro. Destaca-se, ainda, a necessidade de adoção de medidas mitigadoras, como o reflorestamento da vegetação, a recuperação das áreas degradadas e a regulamentação da carcinicultura, de modo a assegurar a conservação das funções ecológicas e socioeconômicas dos manguezais.

REFERÊNCIAS

BASTOS, A. C. S; ALMEIDA, J.R. Licenciamento Ambiental Brasileiro no Contexto da Avaliação de Impactos Ambientais. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B (Org). **Avaliação e Perícia Ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

GRUBER, N.L.S; BARBOSA, E.G; NICOLODI, J.L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. **Revista Gravel**. Porto Alegre – RS, p.81 -89, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. Ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2006.

LACERDA, D. et, al. **Estudo das áreas de manguezais do Nordeste do Brasil. Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.**



Fortaleza, CE, 2005.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MEDEIROS, W. D. A.; OLIVEIRA, F. G. Bases Teórico-Conceituais de Métodos para Avaliação de Impactos Ambientais em EIA/RIMA. **Mercator – Revista da Geografia UFC**, nº 6, ano 11, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TAGLIANI, C. R. A. **Técnica para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informação**. Galeria de Artidos Acadêmicos, 2003.

SCHAFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Carebbean Ecological Research, 1995.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



USO DE GEOINDICADORES NA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE A EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS URBANAS DE MACEIÓ, ALAGOAS

João Pedro Luiz Santos da Silva^{1*}; Bruno Ferreira²

^{1,2}Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente / Universidade Federal de Alagoas

*Autor correspondente: joaopedro.luiiz@gmail.com

RESUMO: Os processos erosivos fazem parte da dinâmica costeira, fenômenos naturais diretamente relacionados à dinâmica sedimentar das praias. Quando esses ocorrem em áreas ocupadas, passam a ser classificados como desastres, devido ao seu potencial de gerar impactos socioambientais negativos. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a vulnerabilidade à erosão costeira nas praias urbanas da cidade de Maceió/AL. Para tanto, foi elaborado um *checklist* de geoindicadores que foi aplicado em pontos de verificação distribuídos ao longo da orla. A metodologia possibilitou a obtenção dos dados o que permitiu caracterizar a área e identificar a distribuição dos processos erosivos que afetam as praias urbanas, apontando os trechos com maior potencial de evolução para quadros graves de erosão. Além disso, o método apresenta viabilidade para o monitoramento temporal das praias e, quando associado a outras técnicas de análise do ambiente costeiro, revela-se uma ferramenta com significativo potencial para subsidiar o ordenamento territorial.

Palavras-chave: Monitoramento costeiro. Praias urbanas. Vulnerabilidade ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Processos erosivos se caracterizam como um dos principais pontos de atenção quando se trata do ordenamento territorial no Brasil (BRASIL, 2018). Apesar da erosão ser um fenômeno natural, inerente aos ambientes costeiros e resultado do equilíbrio dinâmico do ambiente praial, no momento que é registrado junto a trechos ocupados passam a ser definidos como um desastre, sendo tipificado e definido pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) como “Processo de desgaste (mecânico ou químico) que ocorre ao longo da linha da costa (rochosa ou praia) e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés”.

Essa atenção se deve aos impactos resultantes da ocorrência de processos erosivos, que não se limitam a desestabilização do ambiente natural, como por exemplo, a degradação de feições, modificação de perfil de praia e perda de cobertura vegetal. Também geram impactos socioeconômicos de destaque como a destruição de infraestrutura pública/privada, desvalorização imobiliária, prejuízo do orçamento municipal, resultado da adoção de medidas de mitigação e enfrentamento de processos erosivos, além do prejuízo as atividades turísticas e econômicas que se desenvolvem na porção costeira (SILVA, 2024; SANTOS JÚNIOR, ARAÚJO e FERREIRA, 2020).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A revisão bibliográfica mostrou que há correlação entre a ocupação desordenada de ambientes costeiros e a potencialização de processos erosivos costeiros. Nesse contexto, cidades costeiras que tiveram grandes pulsos de crescimento demográfico e de sua malha urbana, sem o devido ordenamento territorial e/ou respeito as condicionantes naturais e morfodinâmicas da paisagem, apresentam alguns dos trechos mais criticamente afetados e reconhecidos de processos erosivos de modo que esse panorama é observado ao longo das grandes metrópoles e capitais distribuídas ao longo do Litoral Brasileiro (BRASIL, 2018; SOUZA, 2005).

Nesse cenário, Maceió apresenta grande parte dos elementos descritos como influenciadores de processos erosivos acelerados, a Cidade apresentou um rápido crescimento demográfico e de sua rede urbana, que teve início na segunda metade do século XX, tendo como componente a população do interior de Alagoas atraída por oportunidades de emprego no setor de serviços, comércio, construção civil e turismo, sendo este último um dos principais vetores de urbanização da porção litorânea da Cidade, uma vez que na época também foi apresentado e divulgado o potencial do lugar para o modelo turístico de sol e mar, que até hoje representa um de seus principais motores econômicos (SILVA, 2024; SANTOS JÚNIOR, ARAÚJO e FERREIRA, 2020; SILVA e FERREIRA, 2019; VASCONCELOS, ARAUJO e RAMOS, 2019; SANTOS 2004).

Nesse contexto de urbanização acelerada, Maceió apresenta desde a segunda metade do século XX o registro recorrente e reconhecido de processos erosivos ao longo de sua porção costeira. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a identificação dos trechos mais vulneráveis a erosão costeira nas praias do trecho urbano da cidade.

2 METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O recorte territorial do presente trabalho compreende as praias urbanas de Maceió, trecho da cidade que se prolonga por aproximadamente 17 quilômetros. A área tem seu início na altura da ponte Divaldo Suruagy (sul) até desembocadura do Jacarecica (norte), abarcando 10 bairros da cidade (Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado, Centro de Maceió, Jaraguá, Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica), sendo segmentada em três trechos, definidos a partir das características da paisagem (Figura 1).

A área está inserida na planície costeira de Alagoas e, de acordo com Santos (2004), limita-se pelas falésias da Formação Barreiras, sendo registrado em seus limites terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos fluviais, fluvio-lagunares e atuais de praia, depósitos de mangue, dunas, e beach rocks; tendo um clima tropical chuvoso com precipitação que varia entre 1.500 e 1750 mm anuais,



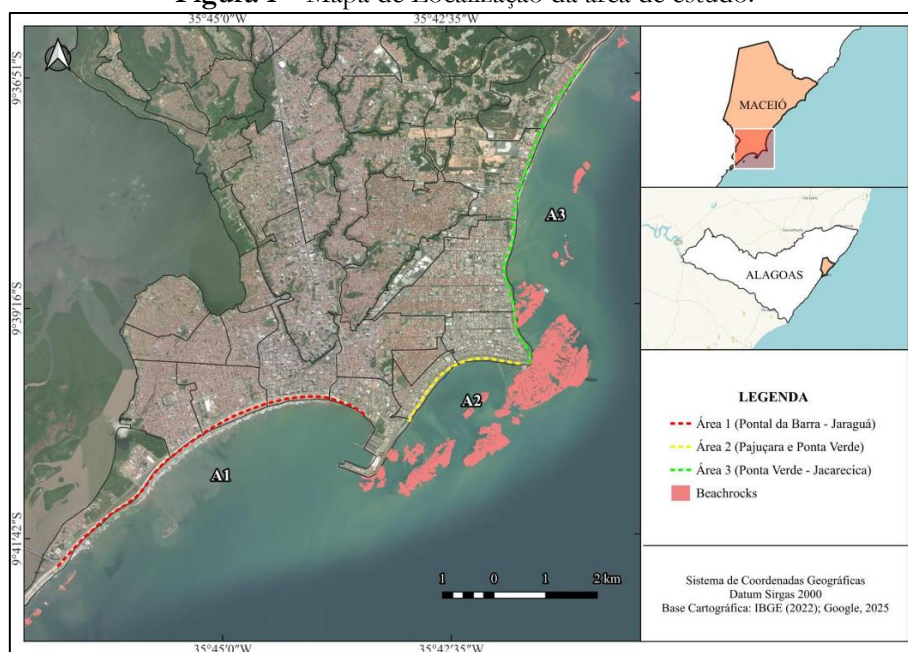
II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



temperaturas médias que oscilam entre 23 e 25°C e ventos de alísios de Leste com variação sazonal de modo que, entre abril e agosto são predominantes do setor SE / S e entre setembro e março dos setores E e NE, convergentes a costa (SANTOS, 2004).

Para além dos elementos físicos, Maceió se caracteriza por ser a principal metrópole do Estado e sua capital, com uma população de quase um milhão de habitantes e economia fundamentada no setor de serviços e no turismo de Sol e Mar com a economia apresentando relação de interdependência a Orla que é o cartão postal da cidade onde desenvolve-se a maior parte dos eventos comemorativos e culturais da cidade (IBGE, 2025).

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

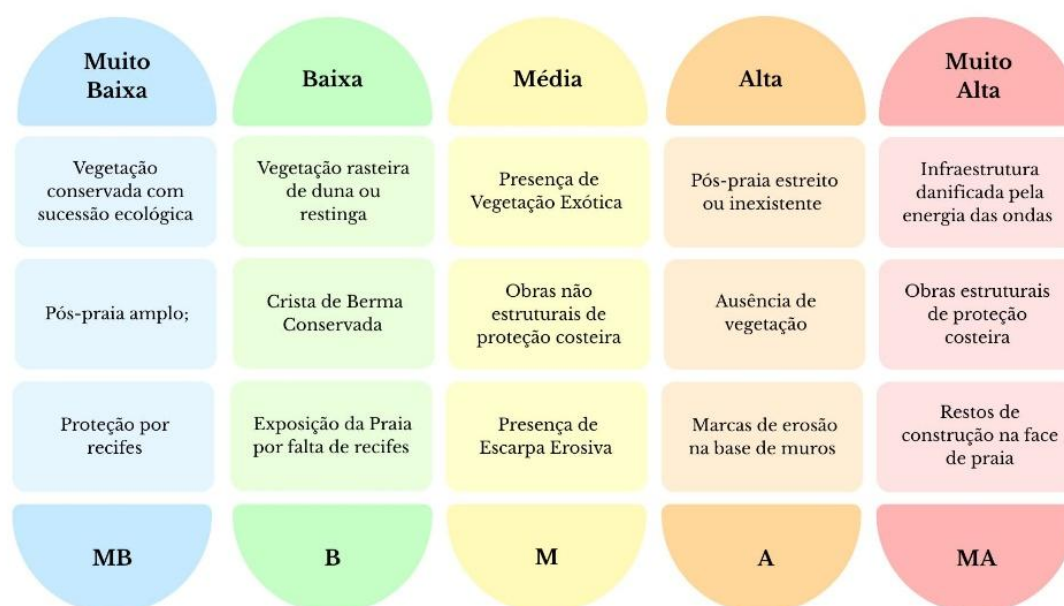
Material e métodos

A análise da vulnerabilidade a erosão costeira envolveu três etapas principais: a revisão de literatura referente ao emprego da metodologia, preparo execução das atividades de campo para aplicação da metodologia e, por fim, o trabalho em escritório que envolveu a tabulação dos dados e sua manipulação em ambiente SIG.

Já foi estabelecida versatilidade da análise por meio de Geoindicadores para caracterização da vulnerabilidade a erosão costeira, sendo registrada a forma como os indicadores de vulnerabilidade podem ser organizados de modo a compor a melhor caracterização da área estudada. Nesse sentido, a etapa de revisão de literatura envolveu a consulta a bibliografias de base e que fizeram o uso da metodologia para a análise em diferentes praias de modo a selecionar o conjunto de indicadores que

fossem mais condizentes as características ambientais e sociais das praias urbanas de Maceió (SILVA, AMORIM e RODRIGUES, 2024; SANTOS JÚNIOR, ARAÚJO e FERREIRA, 2020; MARTINS et al, 2016; SOUSA, SIEGLE e TESSLER, 2013; BUSH et al., 1999). Assim, foram selecionados 12 Geoindicadores de vulnerabilidade a erosão costeira (Figura 2).

Figura 2 – Geoindicadores de erosão costeira empregados na análise das praias urbanas de Maceió.



Adaptado de: Silva, Amorim e Rodrigues (2024); Santos Júnior, Araújo e Ferreira (2020); Martins et al (2016); Sousa, Siegle e Tessler (2013); Bush et al (1999)

Após a determinação dos Geoindicadores que seriam empregados na análise, foi realizada a delimitação dos pontos de verificação *in loco* ao longo da área. Estes pontos foram determinados em ambiente SIG a partir de um traçado linear paralelo a linha de costa, sendo determinados um ponto de verificação a cada 250 metros, o que resultou em 65 pontos de análise distribuídos ao longo da área de estudo. Determinados os pontos, estes foram plotados em um GPS Germin Etrex 22x que foi utilizado como guia durante o campo.

Os Geoindicadores apresentados na Figura 2 foram colocados em uma planilha e durante o percurso ao longo da Área foi realizada coleta de dados nos pontos de verificação, seguido do registro fotográfico do ponto para posterior aferição das condições ambientais do local. Finalizadas as atividades em campo, os produtos foram tabulados por meio do software Excel e as informações adicionadas em um arquivo vetorial, sendo base para a confecção dos produtos cartográficos, utilizando o software Qgis.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo mostrou o quanto Maceió se desenvolveu independentemente dos elementos naturais e morfodinâmica que compõem a paisagem e sua porção costeira de modo que ao longo das décadas foi registrado o aterro de manguezais e a supressão de campos de dunas frontais e cordões litorâneos para o estabelecimento malha urbana (SANTOS, 2004). A análise por meio dos geoindicadores mostrou a forma como este processo de descaracterização da paisagem impactou o ambiente, sendo possível identificar os trechos mais afetados pela erosão e aqueles com o maior potencial para o desenvolvimento de processos erosivos significativamente danosos ao meio (figura 4).

Figura 4 – Avaliação da vulnerabilidade a erosão costeira por meio dos Geoindicadores.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



O primeiro setor (A1), apresenta o maior contraste paisagístico da área de estudo pois ao mesmo tempo em que apresenta dentro de seus limites o único trecho de dunas frontais conservadas, registra também dois *hotspots* de erosão. O primeiro está localizado no limite sul, onde desvio das ondas no limite do *beach rock* criou um ponto onde elas têm sua energia potencializada e seu impacto direto na costa suscitaram a adoção por parte do poder público o emprego de uma estrutura de contenção baseada no uso de blocos de concreto pré-moldados (*Betonblock*) visando a proteção da Av. Assis Chateaubriand. O outro ponto está localizado na porção central, onde se constata o maior uso social da praia e, associado a ele o registro comum de escarpas erosivas e estruturas de aprisionamento de sedimentos empregando blocos hexagonais de concreto pré-moldado.

O segundo setor (A2), apresenta alto grau de antropização resultado da forma como se dá o uso nessa parcela do território. O trecho localiza-se em uma enseada protegida por *beach rocks* que limitam a força das ondas favorecendo a balneabilidade da praia e uso recreativo para atividades de turismo e lazer. Esse cenário associado ao potencial turístico de sol e mar favoreceu a substituição da vegetação nativa por espécies arbóreas e arbustivas exóticas com maior apelo paisagístico à composição de cenário como o coco-da-baía, algodoeiro-da-praia e amendoeirinhas, além da ampla utilização do pós-praia com a instalação de bares, quiosques, ciclovias além de atrativos turísticos e de lazer.

O terceiro setor (A3), apresenta um continuum onde se verifica a criticidade da costa em seu extremo sul com mudança da situação a medida em que se progride para o norte da área. Em seu trecho centro-sul são observadas duas das principais praias da Cidade, as praias da Ponta Verde e Jatiúca, impactadas por processos erosivos sendo verificada na primeira a adoção combinada de estruturas como enrocamentos, muros de gabião e *bagwalls* com alguns destes já colapsados representando risco a população; já a praia da Jatiúca foi o primeiro alvo da implementação de muros de contenção feitos com blocos de concreto pré-moldados (*Betonblock*), sendo parte de um projeto de requalificação paisagística daquele trecho da orla. Ao norte desse ponto, após o trecho do *Jatiúca Hotel Resort*, a situação da orla se transforma e a paisagem passa a apresentar geoindicadores de menor vulnerabilidade como o registro maior de vegetação de nativa, restinga e crista de berma preservada, ainda que seja verificada uma porção contígua de vulnerabilidade “alta” e “muito alta” resultado da faixa de praia estreita no local, onde se observa a exposição das raízes de coqueiros com alguns já tombados, indícios da ação abrasiva das ondas no local.

O método permitiu a identificação dos pontos mais conservados da Cidade, daqueles criticamente afetados pelos impactos dos processos erosivos e daqueles mais propensos a desenvolvê-los, similar a outros trabalhos que também empregaram a metodologia na análise da vulnerabilidade a erosão costeira



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



(SILVA, AMORIM e RODRIGUES, 2024; SANTOS JÚNIOR, ARAÚJO e FERREIRA, 2020; MARTINS et al, 2016; SOUSA, SIEGLE e TESSLER, 2013).

Nesse sentido, Silva e Ferreira (2019) em seu trabalho sobre as transformações multitemporais no bairro de Cruz das Almas, trecho norte de Maceió, evidenciaram como o eixo de urbano da Cidade está migrando para o Litoral Norte e, ainda que as praias do trecho não apresentem danos evidentes as estruturas associadas a costa, a presença da faixa de praia estreita, a ausência de arrecifes, que sujeitam a praia ao impacto direto das ondas, e a crescente pressão social destacam a necessidade do ordenamento territorial planejado nessa porção do território para evitar os impactos sociais, ambientais e paisagísticos similares ao já observados em outros trechos da cidade.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou resultados positivos no que compreende a identificação e caracterização da situação a vulnerabilidade a erosão costeira nas praias urbanas de Maceió, similares a outros estudos que também empregaram a metodologia no País. Nesse sentido, a metodologia evidenciou como os pontos mais vulneráveis a erosão estão relacionados aos trechos mais urbanizados e com maior interesse social, contando com intervenção ativa do Estado para enfrentamento do problema.

Considerando as transformações intensas no espaço geográfico da Cidade, com destaque para a porção costeira, a qual está à mercê dos impactos de eventos meteorológicos extremos e intervenção danosa por parte do homem, a metodologia pode ser empregada como uma ferramenta de monitoramento contínuo da situação da vulnerabilidade das praias ao longo do tempo se empregada periodicamente.

Por fim, ainda que a análise por geoindicadores tenha permitido o mapeamento e setorização da vulnerabilidade a erosão costeira na área, destaca-se que o maior potencial da metodologia pode ser extraído se combinada também com outros métodos de análise do ambiente costeiro, qualitativos ou quantitativos, como por exemplo variação da linha de costa, análise da hidrodinâmica e caracterização dos elementos que compõe a paisagem como vegetação e situação da infraestrutura urbana, sendo uma ferramenta com significativo potencial para subsidiar o ordenamento territorial.

Referências

BRASIL. Grupo De Integração do Gerenciamento Costeiro. **Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira**. Brasília, DF: GI-GERCO/CIRM, 2018



BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S. & PILKEY, O. H. **Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation.** Ocean & Coastal Management, v. 42, p. 647-670, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: Nordeste. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>

MARTINS, K. A. et al. **Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, p. , 2016.

SANTOS, R. C. de A. L. **Evolução da linha de costa a médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió - Alagoas.** 2004. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SANTOS JÚNIOR, J. F. dos; ARAUJO, E. M. M.; FERREIRA, B. **Erosão costeira no município de Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas.** Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 53, supl., p. 34-42, 2020.

SILVA, D. C. da; AMORIM, P. S.; RODRIGUES, T. K. **Coastal erosion on the Sergipe coastline. Margarida Penteado** – Revista de Geomorfologia, v. 1, n. 2, p. 1-24, dez. 2024.

SILVA, J. P. L. S. da. **Estudo da vulnerabilidade à erosão costeira nas praias urbanas de Maceió – AL.** 2024. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

SILVA, T. C. L.; FERREIRA, B. **Transformações Multi-Temporais do Uso e Coberturas das Terras no Bairro de Cruz das Almas, Litoral Norte de Maceió, Alagoas, Nordeste do Brasil (Multi-temporal transformations of land use and coverage in the Cruz das Almas neighborhood, Maceió north coast, Alagoas, Northeast Brazil).** Revista Brasileira De Geografia Física, 12(1), 310–325. 2019

SOUSA, P.H.G.O.; SIEGLE, E.T.M.G.; TESSLER, M.G. **Vulnerability assessment of Massaguaçu Beach (SE Brazil).** Ocean & Coastal Management, v. 77, p. 24-30, 2013.

SOUZA et al. In Souza, C. R. de G. (ed.) **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005. 382 p.

VASCONCELOS, D. A. L. de; ARAUJO, L. M. de; RAMOS, S. P. **Turismo de sol e mar e a territorialização do destino Maceió, Brasil.** PASOS Revista de Turismo e Patrimônio Cultural, Tenerife, v. 17, n. 4, p. 695–708, jan./set. 2019



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE LUCENA (PB), BRASIL

José Charriere Gomes Pereira ¹; Christianne Maria da Silva Moura ²

¹Universidade Federal da Paraíba/ <https://orcid.org/0009-0005-7595-6108/charrieregomes2018@gmail.com/>
<https://lattes.cnpq.br/6566823198113085/>; / [https://orcid.org/0000-0002-7907-4074/](https://orcid.org/0000-0002-7907-4074/cmm_reis@yahoo.com.br/)
cmm_reis@yahoo.com.br / <http://lattes.cnpq.br/0391997416940718/>;

*Autor correspondente: charrieregomes2018@gmail.com

A erosão costeira é um processo dinâmico, intensificado por fatores naturais e antrópicos, que compromete a estabilidade ambiental e socioeconômica de áreas litorâneas. Este estudo teve como objetivo caracterizar a vulnerabilidade à erosão costeira das praias do município de Lucena (PB), Brasil, utilizando geotecnologias e geoindicadores. Essa análise foi realizada por meio da variação da linha de costa, utilizando a ferramenta *Coastal Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE), associada à identificação de geoindicadores como morfologia da praia, presença de dunas, exposição às ondas, vegetação costeira, impermeabilidade do solo e estruturas artificiais e distância da foz de rios. Imagens de satélite Landsat (1993–2023) e levantamentos de campo mostraram forte recuo da linha de costa em áreas urbanizadas, onde estruturas de contenção e impermeabilização modificaram o balanço sedimentar, gerando erosão crítica. Outras áreas apresentaram estabilidade ou tendência à acreção, associadas à presença de vegetação e dunas. A integração entre geotecnologias e geoindicadores mostrou-se eficiente para identificar padrões de vulnerabilidade e subsidiar o planejamento costeiro. Conclui-se que a metodologia proposta foi adequada para a avaliação da vulnerabilidade costeira em Lucena, fornecendo subsídios relevantes para a gestão ambiental e para políticas públicas de mitigação da erosão.

Palavras-chave: Erosão costeira. Geoindicadores. Geotecnologias. Lucena-PB. Vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são ambientes dinâmicos, caracterizados pela interação constante entre processos marinhos e continentais. A erosão costeira, fenômeno natural de desgaste e transporte de sedimentos, tem sido intensificada pela elevação do nível do mar, urbanização desordenada e intervenções antrópicas que comprometem o equilíbrio sedimentar. Estudos recentes apontam que cerca de 24% das praias arenosas do mundo apresentam recuo superior a 0,5 m/ano, configurando um quadro de vulnerabilidade global (LUIJENDIJK et al., 2018).

No Brasil, com seus 8.500 km de litoral, a erosão costeira representa ameaça tanto ambiental quanto socioeconômica, afetando turismo, pesca, infraestrutura urbana e qualidade de vida das comunidades costeiras. A zona costeira da Paraíba, em particular, é marcada por evidências de recuo da linha de costa, ausência de terraços marinhos e impactos crescentes da urbanização (DOMINGUEZ et al., 2016). No município de Lucena, esse problema é agravado pela presença de residências, estradas e estruturas artificiais próximas à linha de praia, intensificando os processos erosivos.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



A avaliação da vulnerabilidade costeira por meio de geotecnologias e geoindicadores vem se consolidando como estratégia eficaz para subsidiar a gestão territorial. Ferramentas como o CASSIE (ALMEIDA et al., 2021) permitem análises históricas e automatizadas da mobilidade da linha de costa, enquanto os geoindicadores possibilitam compreender a resposta ambiental em diferentes contextos.

Diante da carência de estudos específicos sobre Lucena e da necessidade de subsidiar políticas públicas locais, este trabalho tem como objetivo caracterizar a vulnerabilidade à erosão costeira do município de Lucena-PB, a partir do uso de geotecnologias e geoindicadores.

2 METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, abordagem quantitativa de caráter descritivo-analítico. Para a definição do grau de vulnerabilidade costeira, foi realizada uma adaptação das metodologias propostas por Bush et al. (1999), Souza et al. (2011), Menezes et al. (2018), Araujo (2023). A partir dessas referências, foram selecionados os seguintes geoindicadores: (i) morfologia da praia; (ii) posição da linha de costa; (iii) campos de dunas; (iv) exposição às ondas; (v) distância em relação à foz de rios; (vi) cobertura vegetal; (vii) presença de estruturas costeiras artificiais; e (viii) grau de impermeabilidade do solo, conforme apresentados na (Figura 1).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 1 - Exemplo de geoindicadores para definir o grau de erosão; I - Morfologia de Praia (Praia de Camaçari); III - Campos de dunas (Praia de Fagundes); IV - Exposição às ondas (Praia de Ponta de Lucena); VI - Vegetação (Praia de Fagundes); VII - Estrutura Costeira (Praia de Costinha); VIII - Impermeabilidade do solo (Praia de Costinha).



Pereira (2025,p,41)

A presente pesquisa utiliza os geoindicadores de vulnerabilidade à erosão costeira apresentados na (Tabela 1), que sintetizam os principais elementos morfológicos, sedimentares e antrópicos observados no ambiente praial. Esses indicadores foram selecionados por representarem parâmetros amplamente reconhecidos na literatura (Souza et al., 2011; Menezes, 2018; Araujo, 2023) e por permitirem avaliar, de forma integrada, os fatores que condicionam a susceptibilidade das praias à erosão.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Tabela 1- Geoindicadores de Vulnerabilidade à Erosão Costeira

Geoindicadores	Vulnerabilidade	Vulnerabilidade	Vulnerabilidade Alta
	Baixa	Moderada	
Morfologia da praia	Bom suprimento sedimentar	Praia estreita	Ausência de praia
Posição da linha de costa	Acresção	Estável	Erosão
Campos de dunas	Grande extensão de campos de dunas	Dunas de baixas altitudes	Sem dunas
Exposição às ondas	Presença de barreiras naturais	Presença de bancos de areia	Ondas sem obstáculos naturais
Distância da foz de rios	> 100 m	Entre 50 e 100 m	< 50 m
Vegetação	Vegetação densa	Gramíneas, arbustos	Ausência de vegetação
Estruturas costeiras	Ausente	Estruturas de pequeno porte	Muros de contenção ao longo do ambiente praial
Impermeabilidade do solo	Ausência de ocupações	Baixo quantitativo de ocupações	Obras de infraestrutura avançadas: assentamentos desenvolvidos, estradas asfaltadas e urbanização elevada

Fonte: elaborada pelo autor.

Para classificar as praias quanto à vulnerabilidade à erosão costeira, a partir dos geoindicadores apresentados anteriormente e sumarizados na (Tabela1), atribuiu-se pesos de modo crescente para cada indicador na seguinte forma: 0 para baixa, 5 para moderada e 10 para alta vulnerabilidade em cada indicador individualmente. Eles foram organizados em planilha constituída com base no modelo da (1) equação proposto por Souza et al. (2011), trabalhado por Menezes (2018) e Araujo (2023). Conforme demonstrado na (Tabela 2).

Tabela 2 - Grau de vulnerabilidade através dos Geoindicadores: I Morfologia da praia; II Posição da linha de costa; III Campos de Dunas; IV Exposição às ondas; V Distância da Foz de Rios; VI Vegetação; VII Estruturas Costeiras; VIII Impermeabilidade do Solo.

Pontos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Média	Grau de Vulnerabilidade
1	10	0	10	10	10	10	10	10	8,8	Alta
2	10	0	10	10	10	10	10	10	8,8	Alta
3	5	10	5	10	0	5	0	0	4,4	Moderada
4	5	5	5	10	0	5	0	0	3,8	Moderada



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



5	5	10	5	10	0	5	0	0	4,4	Moderada
6	5	10	5	10	0	5	0	0	4,4	Moderada
7	5	10	5	10	0	5	0	0	4,4	Moderada
8	5	10	5	10	0	5	0	0	4,4	Moderada
9	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
10	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
11	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
12	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
13	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
14	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
15	0	0	5	5	0	5	0	0	1,9	Baixa
16	5	10	5	5	0	5	0	0	3,8	Moderada
17	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
18	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
19	0	0	5	10	0	5	0	0	2,5	Baixa
20	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
21	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
22	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
23	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
24	0	10	5	10	0	5	0	0	3,8	Moderada
25	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
26	0	10	5	10	0	5	0	0	3,8	Moderada
27	0	5	5	10	0	5	0	0	3,1	Moderada
28	0	10	5	10	0	5	0	0	3,8	Moderada
29	0	0	0	10	10	0	0	0	2,5	Baixa

Fonte: elaborada pelo autor.

No tocante a avaliação das alterações na linha de costa, utilizou-se a plataforma *Coastal Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE), com ênfase no módulo de Análise de Linha de Costa. Trata-se de uma ferramenta web de acesso aberto, que possibilita a execução automatizada da análise da dinâmica costeira, permitindo identificar a variação da linha de costa em áreas delimitadas de interesse. Foram avaliadas mudanças ocorridas entre os anos de 1993 e 2023.

Os transectos foram classificados em quatro categorias: acrescida, estável, erodida e criticamente erodida. Para cada um dos 29 pontos amostrados, com espaçamento de 500 metros, foi atribuída uma pontuação média com base nos geoindicadores, classificando-os em três níveis de vulnerabilidade: baixa (média < 3), moderada (3 a 6,9) e alta (> 7). Adaptando metodologias de Menezes et al. (2018), Bush et al. (1999) e Souza et al. (2011) e Araujo (2023). Os dados foram integrados em ambiente SIG, permitindo a espacialização dos resultados.

Por sua vez, o trabalho de campo foi realizado nos dias 9, 10, 11 e 12 de novembro de 2024, em condições de maré vazante, de forma a manter compatibilidade com as circunstâncias adotadas previamente na seleção de imagens no CASSIE (*Coastal Analysis System via Satellite Imagery Engine*) para a análise da variação da linha de costa.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da vulnerabilidade costeira do município de Lucena- PB foi conduzida em duas etapas complementares. Inicialmente, a variação da linha de costa foi avaliada isoladamente por meio da ferramenta CASSIE (*Coastal Analysis System via Satellite Imagery Engine*), permitindo a identificação de áreas com diferentes padrões de recuo e deposição sedimentar. Essa abordagem revelou que 31% da linha de costa apresenta erosão crítica, 24,1% estão em erosão, 37,9% permanecem estável e 6,9% está em acreção, conforme demonstrado na (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação da variação da linha de costa em Lucena (1993–2023).

Situação	Faixa de variação (m/ano)	Percentual (%)
Acreção	> +0,5	6,9
Estabilidade	–0,5 a +0,5	37,9
Erosão	–1,0 a –0,5	24,1
Erosão crítica	< –1,0	31,0
Total		100

Fonte: elaborada pelo autor.

No entanto, a variação da linha de costa não é o único fator determinante da vulnerabilidade costeira. Assim, essa variável também foi integrada ao conjunto de geoindicadores, compondo um índice mais abrangente para classificar os diferentes níveis de vulnerabilidade ao longo da costa. Essa abordagem revelou que 55,2% da área apresenta vulnerabilidade moderada, 37,9% baixa vulnerabilidade e 6,9% alta vulnerabilidade, indicando que nem todas as áreas erodidas são, necessariamente, as mais vulneráveis.

Tabela 2 – Classificação da vulnerabilidade à erosão costeira em Lucena, PB.

Situação	Percentual (%)
Vulnerabilidade Alta	6,9
Vulnerabilidade Moderada	37,9
Vulnerabilidade Baixa	24,1
Total	100

Fonte: elaborada pelo autor.

Visando uma maior clareza na exposição desses resultados foi realizada uma subdivisão por setores (totalizando 4), com o objetivo de trazer um melhor detalhamento da vulnerabilidade costeira presente na extensão do município estudado. Essa setorização ocorreu de acordo com o sequenciamento

de semelhança apresentada pelos transectos (analisados sequencialmente no sentido sul/norte) - (Figura 2) apontados pelo CASSIE.

Desse modo, realizou-se a seguinte divisão:

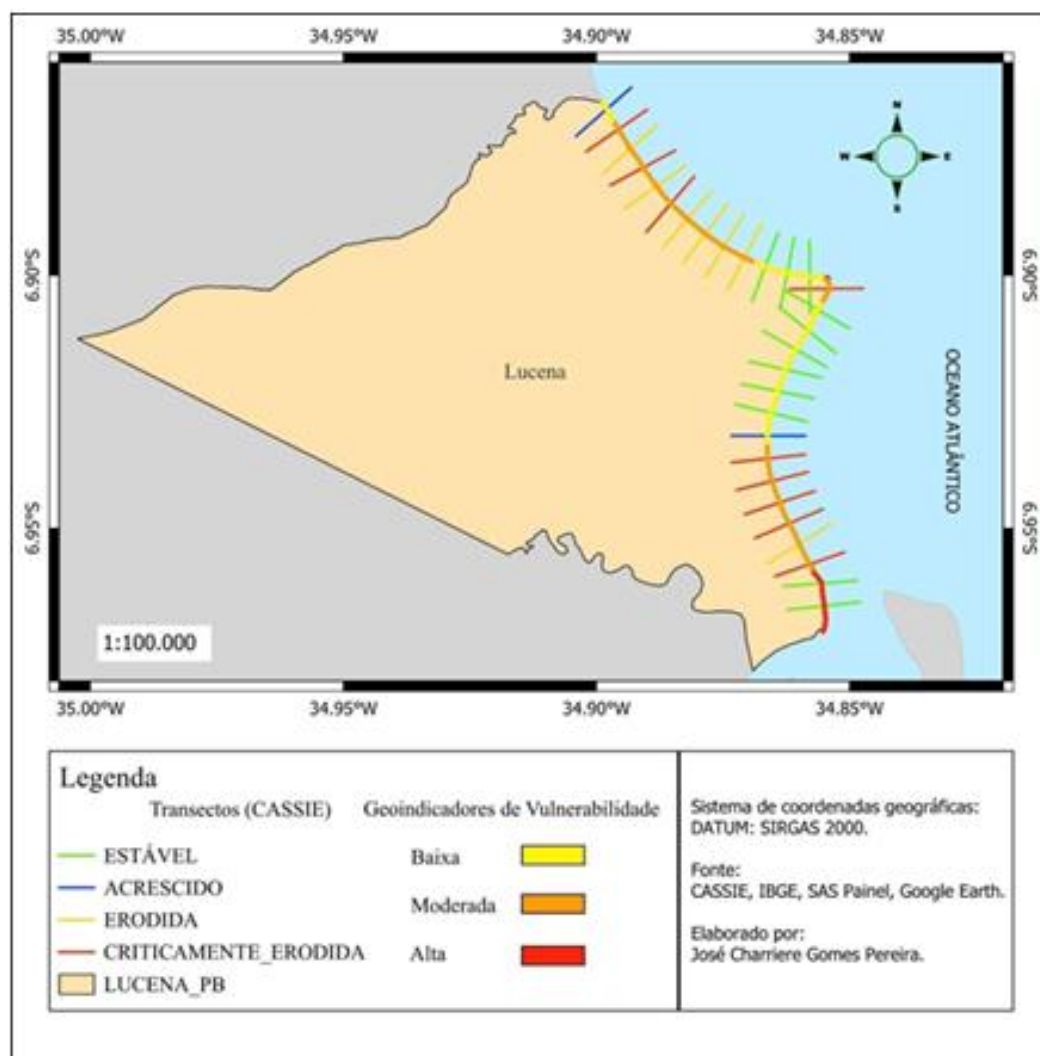
O setor I é a área correspondente aos transectos 1 e 2 (classificados como estáveis);

O setor II corresponde aos transectos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 (classificados preponderantemente como criticamente erodidos);

O setor III corresponde aos transectos 10 ao 19 (apontado de forma majoritária como área estável);

O setor IV é representado pelos transectos 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29 (sinalizados como predominantemente erodida).

Figura 2 - Mapa de Vulnerabilidade à Erosão Costeira do Município de Lucena - PB.



Pereira (2024)



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Setor I, transectos 1 e 2 localizados na praia de Costinha, apresentou o maior grau de vulnerabilidade. Esse resultado está diretamente relacionado à intensa urbanização, à ausência de campos de dunas e ao elevado nível de impermeabilização do solo, fatores que reduzem a capacidade de resiliência natural do ambiente costeiro.

O **Setor II**, transectos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9, por sua vez, embora tenha apresentado erosão significativa identificada pelo CASSIE, foi classificado como de vulnerabilidade moderada na metodologia aplicada. Esse comportamento indica a presença de certa resiliência ambiental, ainda que o trecho esteja sujeito à influência de obras costeiras, como gabiões e estruturas portuárias, que alteram a dinâmica do transporte sedimentar.

Já os **Setor III**, transectos 10 ao 19, e **IV**, transectos 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29, apresentaram padrões distintos. O Setor III destacou-se pela predominância de baixa vulnerabilidade, caracterizada pela presença de vegetação natural, extensos campos de dunas e reduzida ocupação urbana, com exceção pontual relacionada a variações sazonais de bancos arenosos. O Setor IV, por outro lado, revelou tendência geral de vulnerabilidade moderada, marcada pela predominância de erosão e erosão crítica, especialmente nas praias de Lucena, Camaçari e Bom Sucesso. Nesses locais, a ampla faixa de areia e a vegetação atuam como fatores de mitigação, embora a baixa declividade favoreça a instabilidade da linha de costa.

Os achados corroboram resultados de estudos prévios que indicam a intensificação da erosão em áreas antropizadas (MENEZES et al., 2018; RIBEIRO et al., 2013). A comparação com análises globais (LUIJENDIJK et al., 2018) confirma que a taxa de erosão em Lucena se aproxima de tendências críticas observadas em praias arenosas vulneráveis. O uso do CASSIE demonstrou alta aplicabilidade para monitoramento em escala municipal, como também verificado por Almeida et al. (2021).

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram caracterizar a vulnerabilidade da linha de costa do município de Lucena-PB, destacando a eficácia da metodologia integrada entre geotecnologias e geoindicadores na identificação de áreas críticas e setores com maior resiliência ambiental. A análise setorial revelou diferenças significativas entre os trechos do litoral, evidenciando que a intensa urbanização, a ausência de dunas e a impermeabilização do solo estão diretamente associadas à vulnerabilidade elevada, enquanto áreas com vegetação preservada e extensos campos de dunas apresentam maior estabilidade. Essa avaliação fornece subsídios importantes para a priorização de ações de conservação e planejamento costeiro, permitindo a implementação de políticas públicas baseadas em evidências científicas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Apesar das contribuições do estudo, reconhecem-se limitações relacionadas à ausência de indicadores hidrodinâmicos, como energia das ondas, granulometria e perfis de praia, bem como à variação das condições de maré nas imagens de satélite utilizadas. Futuras pesquisas devem contemplar esses aspectos e aprimorar os índices de vulnerabilidade com critérios mais detalhados, ampliando a precisão da avaliação. Ainda assim, os geoindicadores aplicados demonstram acessibilidade e baixo custo, tornando a metodologia replicável em outras regiões costeiras com características semelhantes, contribuindo para estratégias preventivas e mitigadoras frente aos impactos da erosão costeira.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P. et al. **Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE): a global tool for shoreline change analysis.** *Computers & Geosciences*, v. 156, p. 104909, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104909>.

ARAÚJO, Diandra Soares de. **Vulnerabilidade à erosão costeira no município de Baía da Traição – Paraíba, Brasil.** 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023.

BUSH, D. M.; PILKEY, O. H.; NEAL, W. J. *Living by the rules of the sea.* Durham: Duke University Press, 1999.

DOMINGUEZ, J. M. L. et al. **Geologia e geomorfologia da costa do Brasil.** In: MUEHE, D. (org.). *Geografia do Brasil: litoral.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016. p. 53-127.

LUIJENDIJK, A. et al. **The state of the world's beaches.** *Scientific Reports*, v. 8, n. 6641, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6>.

MENEZES, M. O. T. de et al. **Vulnerabilidade costeira e riscos ambientais: aplicação de geoindicadores em áreas litorâneas do Nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 3, p. 875-889, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.3.p875-889>.

PEREIRA, José Charriere Gomes. **Caracterização da vulnerabilidade à erosão costeira com o uso de geotecnologias e geoindicadores nas praias do município de Lucena (PB), Brasil.** 2025. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2025.

RIBEIRO, Juliana dos Santos; SOUSA, Paulo Henrique Gomes de Oliveira; VIEIRA, Danilo Rodrigues; SIEGLE, Eduardo. **Evolução da vulnerabilidade à erosão costeira na Praia de Massaguaçu (SP), Brasil.** *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 13, n. 3, p. 253-265, 2013. DOI: 10.5894/rgci377.

SOUSA, P. H. G. O. et al. **Environmental and anthropogenic indicators for coastal erosion.** *Journal of Coastal Research*, SI 64, 2011. Disponível em: [link do repositório da UFC]. Acesso em: 30 set. 2025.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



GEOINDICADORES DE EROSÃO COSTEIRA NA PRAIA DE CANDEIAS (PE): CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA

Yasmin Fernanda Reis de Oliveira Freitas^{1*}; Osvaldo Girão²

¹Universidade Federal de Pernambuco/ <https://orcid.org/0009-0009-0750-8046/Yasmin.reis@ufpe.br/> <http://lattes.cnpq.br/7014609365453944> ;/ <https://orcid.org/0000-0002-5797-4450/Osvaldo.girao@ufpe.br/> <http://lattes.cnpq.br/0023062552344552>

RESUMO: A erosão costeira representa um dos principais desafios para a gestão do litoral brasileiro, sobretudo em áreas urbanizadas, onde processos naturais e intervenções humanas se sobrepõem. Este trabalho tem como objetivo analisar a ocorrência de geoindicadores de erosão na praia de Candeias, município de Jaboatão dos Guararapes (PE), ressaltando sua relevância para a compreensão da dinâmica. A pesquisa combinou registros fotográficos de campo e revisão bibliográfica, categorizando os indicadores em naturais (raízes expostas) e antrópicos (escarpas de engorda, espigões, enrocamentos e ocupação da pós-praia). Os resultados mostram que, em Candeias, os geoindicadores refletem não apenas a atuação dos processos costeiros, mas também a forte pressão urbana sobre a orla. Embora não substituam métodos quantitativos de monitoramento, esses indicadores representam ferramentas de baixo custo e rápida aplicação, que podem contribuir para diagnósticos e auxiliar no planejamento da gestão costeira.

Palavras-chave: Geomorfologia. Gestão Costeira. Pernambuco. Praia de Candeias.

1 INTRODUÇÃO

A erosão costeira é um fenômeno global que compromete ecossistemas, atividades econômicas e a segurança de populações litorâneas (Klein, 2006; Martínez et al., 2021). No Brasil, a urbanização e o turismo intensificam esse processo, tornando a zona costeira particularmente vulnerável (Muehe, 2006). Em Pernambuco, a praia de Candeias, em Jaboatão dos Guararapes, ilustra bem esse cenário: sucessivos recuos da linha de costa, obras de contenção e a ocupação da pós-praia revelam a complexidade da relação entre sociedade e ambiente (Martins, 2016).

De acordo com Menezes (2018), os geoindicadores de erosão costeira correspondem a feições naturais ou antrópicas observáveis diretamente na paisagem costeira, cuja presença ou ausência possibilita diagnosticar, de forma qualitativa e rápida, a vulnerabilidade de uma praia. Para compreender esses processos, os geoindicadores têm se mostrado ferramentas eficazes por registrar evidências diretas de erosão (escarpas, raízes expostas e edificações) e por revelar tanto impactos recentes quanto vestígios de eventos passados (Reis, 2019). Embora amplamente utilizados no litoral nordestino (Lima, 2022), os estudos em escala local ainda são escassos em Pernambuco, sobretudo em praias urbanizadas, onde os sinais de vulnerabilidade se tornam mais visíveis.

Este estudo tem como objetivo analisar a vulnerabilidade da praia de Candeias a partir do uso de geoindicadores, buscando compreender sua dinâmica geomorfológica e contribuir para estratégias



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



de gestão costeira. Embora não substituam métodos quantitativos, os geoindicadores oferecem uma alternativa complementar de baixo custo e rápida aplicação (Novaes et al., 2024), reforçando sua importância em contextos onde a pressão antrópica é intensa. A pesquisa toma como referência o trabalho de Martins et al. (2016), que propôs a classificação dos principais geoindicadores de erosão para o litoral pernambucano, servindo aqui como base metodológica para a análise local em Candeias.

2 METODOLOGIA

O estudo adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na identificação e análise de geoindicadores de erosão costeira na praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes–PE), área marcada pela intensa urbanização e recorrência de recuo da linha de costa. Os geoindicadores foram selecionados conforme sua representatividade morfológica e recorrência na faixa costeira, priorizando feições facilmente observáveis e associadas a diferentes estágios de erosão e estabilidade.

A coleta de dados baseou-se em registros fotográficos distribuídos ao longo da praia, utilizados para ilustrar e categorizar as feições observadas, distinguindo-se elementos naturais (raízes expostas, escarpas de praia) e antrópicos (escarpas de engorda, espigões, enrocamentos e obras de contenção). Os beachrocks foram considerados feições de estabilidade que, quando expostos, indicam perda de sedimentos e rebaixamento da praia.

A leitura das feições observadas foi orientada pelas proposições de Reis (2019) e Martins (2016), que destacam o potencial dos geoindicadores para revelar a interação entre processos morfodinâmicos e intervenções humanas. Consideraram-se elementos como a frequência das ocorrências, a posição relativa das formas na faixa de praia e o grau de exposição associado às estruturas artificiais. Essa perspectiva permitiu compreender as respostas da paisagem costeira de Candeias às transformações recentes, evidenciando ajustes contínuos do relevo frente às modificações induzidas pela ocupação urbana e pela dinâmica sedimentar local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2 Geoindicadores identificados em Candeias

Durante o trabalho de campo realizado na praia de Candeias, foi possível identificar uma série de geoindicadores que revelam tanto processos naturais da dinâmica costeira quanto a forte presença da ação antrópica. Entre os elementos naturais, destacam-se as raízes expostas da vegetação e os afloramentos de beachrocks. Já no conjunto dos geoindicadores antrópicos, observam-se a engorda da praia, a presença de espigões/enrocamentos e as escarpas de praia resultantes da intervenção humana. Além disso, registrou-se a existência de edificações avançando sobre a faixa de pós-praia, em



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



alguns casos muito próximas à linha de costa, o que reforça a pressão urbana exercida sobre esse espaço. Entre os geoindicadores naturais registrados, as raízes expostas (Figuras 1 e 2) merecem destaque por evidenciarem a perda de sedimentos na faixa de praia e a consequente fragilização da vegetação costeira. Esse tipo de feição indica que a erosão está atuando de forma contínua, retirando o suporte arenoso das plantas e comprometendo sua função de proteção contra a ação das ondas. A presença recorrente desse indicador em Candeias reforça a vulnerabilidade do setor central da praia, onde o recuo da linha de costa tem se mostrado mais expressivo. Nesse sentido, as raízes expostas podem ser reconhecidas como geoindicadores de erosão costeira, pois evidenciam a retirada de material arenoso e a dificuldade de fixação da cobertura vegetal. Em Candeias, sua ocorrência está associada não apenas à dinâmica marinha, mas também à pressão antrópica exercida pela urbanização da orla, que reduz áreas de proteção natural e intensifica os processos erosivos. Esse padrão já havia sido discutido por Martins et al. (2016) ao analisarem praias do litoral de Pernambuco, ressaltando a relação direta entre pressão urbana e fragilidade das formações vegetais costeiras.

Figuras 1 e 2 – Raízes expostas na pós-praia



Fonte – Os autores (2025).

Entre as feições naturais registradas em Candeias destacam-se os recifes de arenito, ou beachrocks, que aparecem de forma descontínua ao longo da praia. Essas estruturas são reconhecidas como elementos de estabilidade, atuando como barreiras naturais capazes de modificar a dinâmica local de ondas e correntes, influenciando processos de deposição e retenção de sedimentos. Contudo, no trecho analisado observou-se a ocorrência de quatro afloramentos distintos atualmente expostos na zona de praia (Figura 3). Essa condição



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



de exposição não apenas reflete a perda de cobertura sedimentar, mas também indica que os próprios beachrocks estão sujeitos a processos erosivos. Ainda assim, essa condição de exposição não deve ser vista apenas como sinal de erosão, mas como evidência do papel dos beachrocks no controle da dinâmica costeira e na manutenção do equilíbrio morfodinâmico da praia.

Figura 3– Recifes de arenito/ Beachrocks da Praia de Candeias



Fonte – Google

Entre os geoindicadores antrópicos, destaca-se a escarpa de praia (Figuras 4 e 5) associada à obra de engorda realizada em Candeias. Essa feição surge quando o sedimento artificialmente depositado é removido pela ação combinada de ondas e marés, formando um desnível abrupto entre a berma e a face praial. Por resultar diretamente da alteração do balanço sedimentar natural, a escarpa é considerada um indicador de erosão costeira antrópica, sinalizando os ajustes dinâmicos do perfil após intervenções humanas. Situações semelhantes já foram descritas em praias brasileiras que passaram por obras recentes de alimentação artificial, como Balneário Camboriú (SC) e Natal (RN), onde escarpas chegaram a ultrapassar um metro de altura. Em Candeias, a presença dessas feições evidencia como as intervenções antrópicas podem desencadear respostas rápidas na morfodinâmica costeira, reforçando a importância do monitoramento após obras de engorda. Padrão semelhante foi identificado por Martins et al. (2016), que relacionaram a formação de escarpas aos ajustes dinâmicos do perfil praial posteriores a intervenções artificiais.

Figura 4 e 5 – Escarpas de Erosão na Praia de Candeias



Fonte – Os autores (2025).

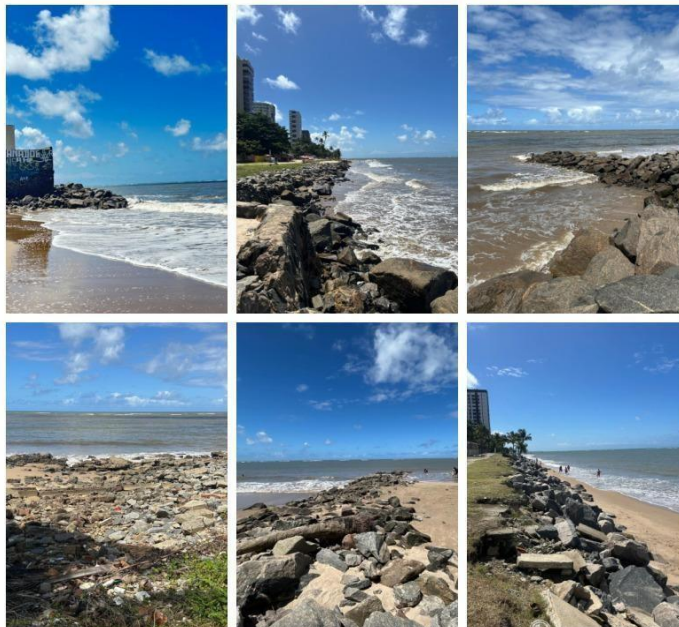
Ainda com os geoindicadores antrópicos, observamos os espigões e enrocamentos (Figuras 6– 11) presentes ao longo do trecho analisado. Eles foram implantados com o objetivo de conter o avanço do mar e proteger áreas urbanizadas, evidenciando a tentativa de mitigação dos impactos erosivos. No entanto, essas intervenções acabam modificando o balanço sedimentar, promovendo retenção de sedimentos em determinados setores e intensificando a erosão em outros, especialmente nas áreas adjacentes. As fotografias registradas em campo mostram como essas obras de engenharia costeira se inserem na paisagem atual, reforçando que a própria necessidade de sua construção já constitui um indicativo do grau de vulnerabilidade da linha de costa. Conforme ressaltam Lima, Almeida e Barros (2022), a eficácia dessas estruturas deve sempre ser analisada de forma crítica, uma vez que o benefício local pode representar maior instabilidade em áreas vizinhas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figuras 6,7,8,9,10 e 11– Espigões e Enrocamentos ao longo da Praia de Candeias



Fonte – Os autores (2025).

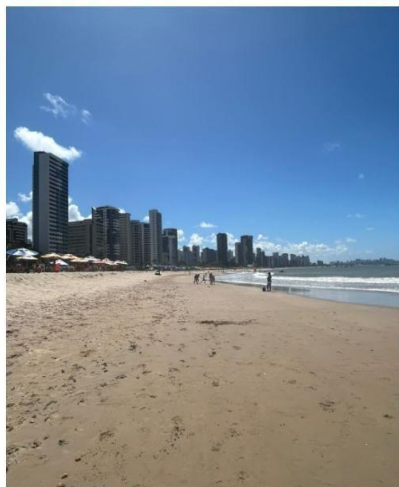
Além das obras rígidas, a engorda de praia aparece como outro geoindicador importante. Diferente dos espigões e enrocamentos, que podem aumentar a erosão em áreas vizinhas, a engorda conseguiu ampliar a faixa de areia e favorecer o uso da praia, funcionando como uma proteção mais natural contra as ondas. Outro elemento marcante são os prédios construídos muito próximos da linha de costa (Figuras 12-15), que evidenciam a pressão da urbanização sobre a orla e ajudam a entender a vulnerabilidade desse setor. No conjunto, esses indicadores mostram que, embora diferentes medidas revelem tentativas de controle, todas deixam marcas visíveis na paisagem e confirmam a intensidade dos processos erosivos. Condição semelhante é relatada por Menezes (2020) e Lima (2022) em Piedade e Paiva, onde a concentração de edificações e obras costeiras agrava a vulnerabilidade da linha de costa.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Figura 12, 13, 14 e 15– Edificações e engorda



Fonte – Os autores (2025).

3.2 Um contraste com Martins

Os resultados obtidos em Candeias dialogam com as análises de Martins et al. (2016), segundo as quais os geoindicadores de erosão costeira nem sempre correspondem diretamente ao recuo da linha de costa, funcionando muitas vezes como sinais de vulnerabilidade. No entanto, em contraste com outros trechos do litoral pernambucano, a paisagem de Candeias evidencia uma associação estreita entre os indicadores e a pressão urbana. Escarpas resultantes da obra de engorda, espigões, enrocamentos e a própria ocupação da pós-praia revelam que, nesse contexto, os geoindicadores não apenas registram



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



processos naturais, mas também refletem o impacto contínuo das intervenções humanas. Assim, o caso de Candeias amplia a discussão proposta por Martins et al. (2016), mostrando que, em áreas urbanizadas, os indicadores assumem um papel duplo: apontam tanto a ação morfodinâmica quanto a intensidade da pressão antrópica.

3.3 Limites e potenciais dos geoindicadores

Embora relevantes para a leitura do ambiente costeiro, os geoindicadores apresentam limitações. Por serem evidências visuais e qualitativas, não substituem métodos quantitativos de monitoramento, como séries temporais da linha de costa obtidas por imagens de satélite ou levantamentos topográficos de alta precisão. Assim, podem deixar de captar variações sazonais ou mudanças de longo prazo, restringindo sua capacidade de medir a magnitude dos processos erosivos. Por outro lado, oferecem potenciais significativos, sobretudo em contextos urbanos como Candeias. Trata-se de uma ferramenta de baixo custo, rápida aplicação e capaz de registrar, em campo, sinais imediatos de vulnerabilidade, como escarpas, raízes expostas e obras danificadas. Ao aproximar a análise científica da realidade cotidiana das comunidades litorâneas, os geoindicadores se configuram como recurso complementar aos métodos tradicionais, fortalecendo diagnósticos integrados e subsidiando estratégias de gestão costeira.

3 CONCLUSÃO

O estudo realizado na praia de Candeias confirmou a utilidade dos geoindicadores como ferramentas qualitativas para compreender a dinâmica erosiva em ambientes urbanos. As observações de campo evidenciaram feições naturais, como raízes expostas e beachrocks, e estruturas antrópicas, como escarpas de engorda, espigões e enrocamentos, destacando a forte influência da urbanização sobre a configuração da paisagem costeira.

Em diálogo com Martins et al. (2016), verificou-se que os geoindicadores não se relacionam necessariamente de forma linear com o recuo da linha de costa. No entanto, em Candeias eles assumem um papel duplo, pois revelam simultaneamente a ação morfodinâmica e a pressão antrópica, ressaltando a ocupação da orla como elemento central para explicar a vulnerabilidade do litoral pernambucano. Embora apresentem limitações frente a métodos quantitativos, os geoindicadores mostraram-se um recurso de baixo custo, de rápida aplicação e com grande potencial para subsidiar diagnósticos em contextos de escassez de séries históricas. Em Candeias, sua pertinência ficou evidente ao traduzirem em marcas visíveis os efeitos recentes da erosão e das intervenções humanas.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Conclui-se, portanto, que a análise geomorfológica apoiada em geoindicadores contribui de forma significativa para o planejamento e a gestão costeira. Mais do que registrar feições, essa abordagem permite interpretar sinais da paisagem que revelam a complexa interação entre sociedade e natureza, oferecendo subsídios valiosos para estratégias integradas de mitigação e adaptação frente à erosão costeira.

REFERÊNCIAS

KLEIN, A.H.F.; MENEZES, J.T.; DIEHL, F.L.; ABREU, J.G.N.; POLETTE, M.; SPERB, R.M.; SPERB, R.C. SANTA CATARINA. In: MUEHE, D. (Org.). (2006) - **Erosão e progradação do litoral brasileiro**, 476 p., Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Brasil. 85-7738- 028-9.

LIMA, R. C.; ALMEIDA, J. R.; BARROS, T. F. **Geoindicadores aplicados à análise de vulnerabilidade costeira: estudo de caso no Nordeste do Brasil**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n. 2, p. 311–326, 2022.

MARTÍNEZ, M. L.; INTRIERI, E.; SIMONOVIC, S. P.; ARIZA, E. **Coastal erosion and management challenges: global perspectives**. *Ocean & Coastal Management*, v. 212, p. 105813, 2021.

MARTINS, K. A.; AMARO, V. E.; SANTOS, M. S.; COSTA, M. F. **Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, n. 3, p. 533– 546, 2016.

MENEZES, L. T. de; ALMEIDA, L. Q. de; BARBOSA, V. S. **O uso de geoindicadores para avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira na Praia do Forte Orange (Ilha de Itamaracá–PE, Brasil)**. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 43, n. 2, p. 69-81, 2020.

MUEHE, D. **Erosão costeira no Brasil: diagnóstico e diretrizes para sua mitigação**. Brasília: MMA, 2006.

NOVAES, G. de O.; LOBO, F. C.; RANIERI, L. A. **Geoindicadores de vulnerabilidade à erosão e risco costeiro em praias estuarinas da costa amazônica**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 25, n. 1, p. 44– 59, 2024.

REIS, C. M. M.; SILVA, F. S.; SANTOS, A. P. **Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba**. *Okara: Geografia em Debate*, v. 13, n. 1, p. 17–36, 2019.

TRIPADVISOR. **Praia de Candeias – foto**. Jaboatão dos Guararapes (PE), Brasil. Disponível em: *TripAdvisor – Attraction Review*. Acesso em: 7 set. 2025.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL E TAXAS DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA EM CONTEXTO DE EXPANSÃO TURÍSTICA: O CASO DO POLO TURÍSTICO CABO BRANCO

João Victor Araújo da Silva¹; Nadja Cecília de Freitas Silva²; Christianne Maria da Silva Moura³

¹Universidade federal da Paraíba (UFPB)/<https://orcid.org/0009-0005-8474-5089/joaovictor3gb@gmail.com>/<http://lattes.cnpq.br/2139039836409188>; ²Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/[https://orcid.org/0009-0002-4516-3236 / nadja.freitas@academico.ufpb.br](https://orcid.org/0009-0002-4516-3236/nadja.freitas@academico.ufpb.br)/<https://lattes.cnpq.br/4486287127627745>; ³ Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/[https://orcid.org/0000-0002-4731-4854/ cmm_reis@yahoo.com.br/](https://orcid.org/0000-0002-4731-4854/cmm_reis@yahoo.com.br) <http://lattes.cnpq.br/0391997416940718>
*Autor correspondente: joaovictor3gb@gmail.com

RESUMO:

O presente estudo investiga a ampliação de empreendimentos turísticos em áreas de falésia ativa na capital paraibana. A partir de imagens de satélite (Sentinel-2), processamento via índices espectrais (BSI) e ferramenta CASSIE, analisou-se a dinâmica da zona costeira, a área afetada por erosão e retrogradação, bem como a correlação com a ocupação antrópica e empreendimentos turísticos. Observou-se que uma parcela significativa da zona costeira da área de estudo apresenta-se sob forte ação erosiva, evidenciada pelos 38 transectos praias que correspondem à 79% do total obtido através da análise, tal cenário é acentuado não só pelos processos erosivos naturais que ocorrem em áreas de falésia, como também pela ocupação antrópica e mudanças do uso do solo. O estudo contribui para o entendimento dos riscos ambientais associados ao turismo em áreas de falésias ativas e aponta para a necessidade urgente de políticas públicas integradas de gestão costeira, controle de ocupação e conservação ambiental.

Palavras-chave: Falésias. Sensoriamento Remoto. Índices. Vegetação. Solo Exposto.

1 INTRODUÇÃO

As zonas costeiras representam extensas áreas de crescimento urbano e de intenso desenvolvimento de empreendimentos turísticos. Nesse contexto, áreas anteriormente destinadas à proteção ambiental, como parques verdes e Áreas de Preservação Permanente (APPs), passam a ser gradualmente ameaçadas pela expansão das construções antrópicas. A influência sistêmica das ocupações humanas ultrapassa os limites imediatos das zonas construídas, impactando também os espaços circundantes. Entre os efeitos mais evidentes destacam-se a remoção de habitats naturais de espécies nativas e a formação de “ilhas verdes”, que interrompem a conectividade ecológica e dificultam a circulação e a permanência de animais essenciais para a manutenção dos ecossistemas locais.

A pressão imobiliária e turística sobre essas áreas decorre, sobretudo, do alto ritmo de capital proporcionado pelos projetos turísticos, que colocam tais investimentos em posição estratégica para o



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



desenvolvimento urbano. Nesse cenário, em 1988, a Paraíba lançou o Plano de Desenvolvimento Turístico da Paraíba, instituindo o Projeto Costa do Sol, que corresponde ao atual Polo Turístico Cabo Branco (Paraíba, 1988). Entretanto, como observa Coriolano (2006), entre os anos 1990 e 2000, os grandes projetos turísticos foram incorporados à agenda política e econômica como símbolos de prosperidade social e desenvolvimento regional, mas, em muitos casos, acabaram por intensificar desigualdades socioespaciais e acentuar a vulnerabilidade ambiental.

Essa realidade torna-se ainda mais crítica quando se considera a própria fragilidade geomorfológica do setor. A feição mais marcante da área estudada são as falésias ativas, formadas pela interação entre a abrasão marinha, processos de dissolução química e erosão superficial de topo, como o escoamento pluvial (Maia, 2022). Assim, esses ambientes costeiros se configuram como particularmente sensíveis às pressões antrópicas, tanto em seu topo, onde ocorrem ocupações e infraestrutura urbana, quanto em sua base, sujeita a intervenções diretas e ao impacto da ação marinha (Maia, 2025).

Visto isso, o estudo das interações entre a ocupação no topo da falésia e a mobilidade da linha de costa, entendida como o limiar dinâmico de encontro entre a parte seca e a parte molhada do ambiente costeiro, torna-se de extrema importância para a compreensão dos processos atuantes. A linha de costa, por sua própria natureza, é móvel no tempo e no espaço, respondendo tanto às variações naturais, como a ação de ondas, marés, e processos de transporte sedimentar, quanto às pressões antrópicas resultantes da ocupação e da modificação do relevo.

Nesse sentido, compreender sua dinâmica associada à presença de falésias ativas permite não apenas caracterizar o ambiente praiado em termos morfológicos e funcionais, mas também avaliar de que forma as intervenções humanas potencializam ou aceleram a instabilidade dessas feições.

Diante desse contexto, o problema central que orienta esta pesquisa consiste em compreender de que maneira a expansão turística no Polo tem influenciado a dinâmica ambiental das falésias ativas e consequentemente intensificado os processos erosivos atuantes na área, bem como os seus desdobramentos para a gestão costeira local. Nesse sentido, torna-se fundamental analisar as transformações ambientais ocorridas no Polo Turístico Cabo Branco, relacionando a ocupação do topo das falésias à variabilidade da linha de costa em perspectiva temporal, de modo a fornecer subsídios para estratégias de gestão integrada do litoral.

2 Caracterização da área de estudo

Diante desse cenário, o presente estudo foi desenvolvido com base no Polo Turístico Cabo Branco, situado no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. O empreendimento encontra-se em uma área estratégica da cidade, localizada nas coordenadas 7°06'55" S e 34°51'40" O (Figura 1), abrangendo uma extensão territorial de aproximadamente

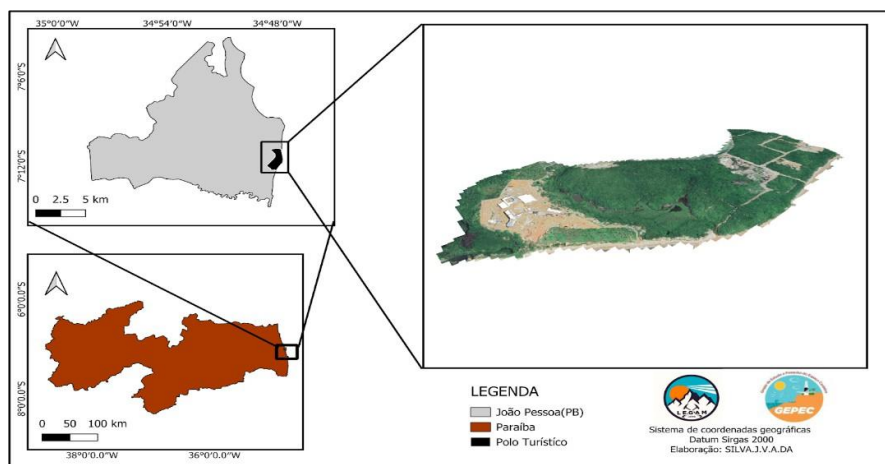


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



654 hectares, dentro de uma área urbana de 210,044 km² (IBGE, 2024), sendo abraçado pelo Parque das Trilhas, a maior reserva ambiental de Mata Atlântica nativa inserida na malha urbana de cidades brasileiras. O polo constitui um dos maiores projetos estruturantes de turismo planejado do Nordeste brasileiro, possuindo elevada relevância para o desenvolvimento regional e implicações ambientais significativas.

Figura 1- Mapa de localização do objeto de estudo



Fonte: Os autores (2025).

A capital encontra-se em uma planície costeira, caracterizada por relevos suaves e pouco ondulados, com altitudes que variam do nível do mar até 74 metros. De acordo com Alvares et. al (2013), os elementos climáticos que influenciam a cidade correspondem a um clima tropical úmido, com temperaturas médias próximas a 26°C e precipitação anual que pode atingir até 1.900 mm.

A geologia da área de estudo é caracterizada pela Bacia Costeira Paraíba, originada no Cretáceo Superior. Essa bacia é composta pelas formações Maria Farinha, que representa a continuidade da sequência calcária da Formação Gramame, pela própria Formação Gramame, que se deposita de maneira concordante sobre a Formação Beberibe/Itamaracá, de natureza clástica. Enquanto as duas primeiras formam depósitos carbonáticos, a Formação Beberibe/Itamaracá é predominantemente clástica. Na região em análise, os sedimentos da Formação Barreiras recobrem parcialmente essas unidades, configurando a cobertura superficial da bacia (Furrier, 2007).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira fase do estudo concentrou-se em uma pesquisa bibliográfica em diferentes repositórios online, com o objetivo de reunir conceitos e técnicas que permitissem atender aos objetivos propostos. Para isso, foram consultados artigos, livros, monografias e dissertações relacionados ao tema. Após a consolidação da fundamentação teórica, identificou-se a necessidade de realizar um trabalho de campo,



na qual foi realizado no dia 18.06.2025, em uma série de pontos pré-estabelecidos (Figura 2), com o propósito de validar os dados previamente obtidos.

Em continuidade, o terceiro procedimento adotado envolveu a coleta de dados de Sensoriamento Remoto (SR), utilizando produtos de sensores espectrais. Foram obtidas imagens do satélite Sentinel-2, captadas pelo sensor MSI (Multispectral Instrument), disponibilizadas na plataforma Copernicus Browser para o mês de setembro dos anos de 2017, 2019, 2022 e 2025. Para o presente estudo, selecionaram-se as bandas B02, B04, B08 e B11, correspondentes às bandas azul, vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. Todas apresentam resolução espacial de 10 m, exceto a banda B11, com 20 m.

Após a aquisição das imagens, não foi necessária a conversão para radiância espectral, uma vez que os produtos Sentinel-2A L2A já são fornecidos em BOA (Bottom of Atmosphere reflectance), ou seja, reflectância corrigida atmosféricamente. Dessa forma, os dados puderam ser utilizados diretamente no processamento. Os cálculos dos índices foram realizados em ambiente SIG, por meio do software QGIS 3.44, utilizando o Raster Calculator e aplicando as fórmulas computacionais dos índices previamente selecionados.

Com o objetivo de avaliar as variações no comportamento da vegetação e do solo exposto, foi calculado o BSI (Bare Soil Index), indicador utilizado para mapear áreas de expansão do solo arenoso. Esse índice permite diferenciar superfícies vegetadas de áreas construídas, possibilitando uma análise mais precisa da dinâmica de ocupação do espaço (Jin & Sader, 2005).

Com intuito de realizar uma caracterização da área de estudo frente à possíveis processos erosivos atuantes na zona costeira foram mapeados transectos que permitiram analisar a dinâmica costeira da região. Essa etapa contou com a utilização da plataforma CASSIE (Coastal Analyst System from Space Imagery Engine), possibilitando a classificação do ambiente praias conforme adaptação de Luijendijk et al. (2018). As imagens do Sentinel-2 utilizadas para esta análise compreendem o período de 2017 a 2025. A partir desses dados, os transectos foram classificados em acreção, estável, erosão e criticamente erodida, com base na LRR (Taxa de regressão linear), expressa em metros/ano, permitindo uma avaliação detalhada da evolução da linha de costa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esculpidas em materiais inconsolidados da Formação Barreiras, compostas por sedimentos quartzosos provenientes dos escudos cristalinos do interior do continente, as falésias que margeiam a capital paraibana atraem inúmeros turistas pela imponência de sua paisagem (Maia, 2022; Maia, 2025). Entretanto, a intensificação de empreendimentos turísticos têm acelerado o processo de ocupação dessas estruturas,

resultando na supressão de elementos naturais característicos, como a vegetação de tabuleiro.

Os solos presentes na estrutura das falésias organizam-se de maneira diferenciada em função do relevo e da atuação de processos erosivos ativos (Furrier, 2007). Nesse contexto, a ocupação dessas áreas pode alterar significativamente as respostas hidrológicas, intensificando o escoamento superficial e favorecendo sua concentração em setores de maior declividade. Nesses pontos, a energia do fluxo tende a se concentrar, o que, nas escarpas mais íngremes da falésia, pode desencadear a formação de cabeceiras de drenagem.

Além das alterações antrópicas observadas no topo das falésias, sua interação com as dinâmicas costeiras é direta, uma vez que essas formações atuam como importantes fontes de sedimentos para o ambiente praiar (Maia, 2012; Maia, 2025). Nesse sentido, a análise do comportamento da linha de costa torna-se fundamental, já que os processos de erosão costeira estão diretamente associados à sua mobilidade, a qual é controlada por fatores como o regime de marés, a morfologia praiar, a composição sedimentar e as intervenções antrópicas.

Os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos evidenciam uma diminuição das áreas naturais de vegetação, acompanhada pelo aumento de superfícies de solo exposto em decorrência do início das obras de construção dos atrativos turísticos. A figura 2 espacializa os dados obtidos, apresentando, as variações da concentração de vegetação e de solo exposto na área. Por se tratar de um índice normalizado, os dados variam de 1 a -1, na qual 1 representa maior concentração de solo exposto e -1 maior concentração de áreas vegetadas.

Figura 2- Mapa de SBI



Fonte: Os autores (2025).



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



Em um quadro comparativo entre os anos, é possível analisar uma grande modificação de ocupação da área do polo no período de 2017 a 2025, na qual houve uma ampliação dos valores que indicam solo exposto em detrimento de uma diminuição das áreas tidas de vegetação (figura 3 e 4). Essa alteração reflete ao início da construção definitiva dos empreendimentos no polo, na qual teve início por volta do ano de 2022, com dois resorts.

Figura 3 e 4 - Registros de Campo.



Fonte: Os autores (2025)

É previsto hoje uma série de outros empreendimentos na área, como é o caso de hotéis, vias de acesso e outros resorts e parques aquáticos. Tais equipamentos, não naturais da área, exercem sobre a estrutura uma pressão na qual tende a aumentar a compactação do solo, impedindo a infiltração e comprometendo a relação sistêmica entre as partes físicas e a biota.

A Resolução CONAMA nº 01/1986 estabelece a obrigatoriedade da realização de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para empreendimentos que possam provocar alterações significativas no meio ambiente. Tais impactos incluem modificações de natureza física, biológica ou química, causadas direta ou indiretamente por atividades humanas. No entanto, destacou que o EIA feito sob encomenda da PBTUR demonstrou uma carência nos aspectos ambientais do meio da biota, respaldando que a ocupação se fazia legítima graças ao alto nível de degradação ambiental da área.

No que se refere à caracterização do ambiente praiar, os resultados obtidos a partir do processamento dos dados do CASSIE evidenciam a disposição de 48 transectos (Figura 6), classificados em quatro categorias: acresção, estabilidade, erosão e criticamente erodido, com base na taxa de LRR. A análise revelou que 29 transectos (60%) foram classificados como criticamente erodidos, 9 transectos (19%) como erodidos, 9 transectos (19%) como estáveis e 1 transecto (2%) em acresção.

Dessa forma, 79% da área de estudo está sob forte ação erosiva, considerando os transectos

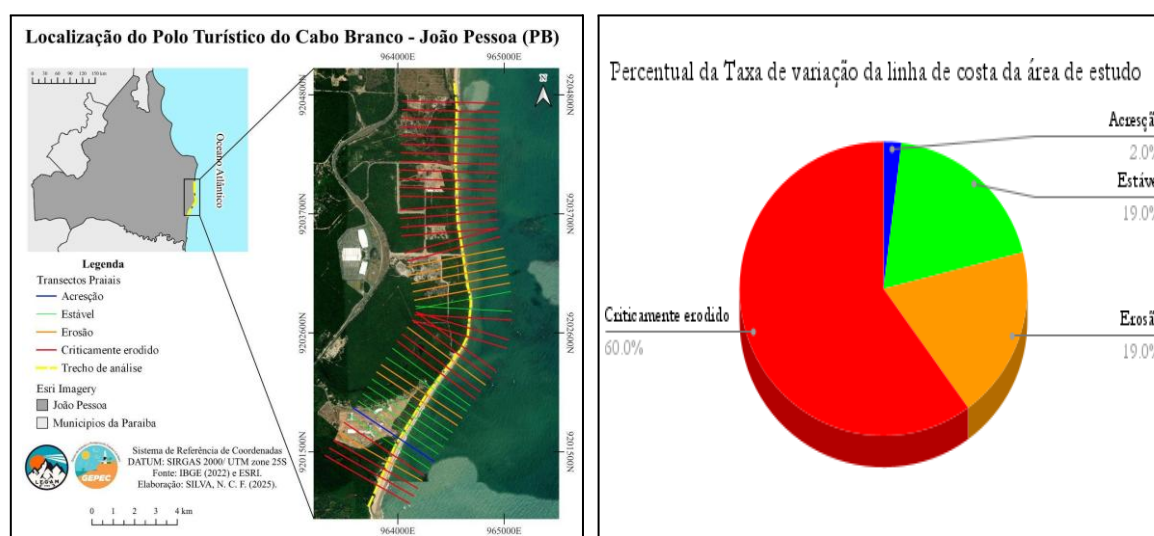


II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



classificados como erosão e criticamente erodidos. As maiores taxas de processos erosivos foram observadas nas regiões da falésia ativa e na desembocadura dos rios Jacarapé e Cuiá, corroborando estudos de geomorfologia costeira que destacam a vulnerabilidade dessas áreas frente à ação de ondas, marés e processos fluviais (Masselink & Hughes, 2003).

Figura 5 e 6- Transectos praias e gráfico da taxa de variação da linha de costa baseada nos valores de LRR (Taxa de Regressão Linear).



Fonte: Os autores. (2025).

Como visto nas Figuras 5 e 6, tais resultados indicam que a dinâmica costeira local é marcada por processos de retrogradação da linha de costa, com impactos significativos sobre a estabilidade das praias e falésias. Além disso, a ocupação do topo da falésia contribui de forma significativa para a intensificação dos processos erosivos presentes na localidade, uma vez que, a compactação do solo, e consequente impermeabilização do mesmo, possibilita o escoamento superficial e a concentração de fluxos energéticos nas áreas de borda da falésia (Maia, 2022). Portanto, é essencial a implementação de medidas de monitoramento e manejo costeiro adaptativo.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que o Polo Turístico Cabo Branco constitui um espaço de elevada vulnerabilidade ambiental, onde a pressão da expansão turística intensifica processos erosivos já característicos das falésias ativas.

A análise por sensoriamento remoto, associada ao mapeamento da variabilidade da linha de costa, demonstrou que grande parte da área encontra-se em estado de erosão crítica, o que reforça a necessidade



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



de monitoramento contínuo e integrado. Tais evidências dialogam com estudos recentes sobre a fragilidade costeira no litoral nordestino, confirmando que a ocupação desordenada e a ausência de medidas efetivas de gestão agravam os riscos ambientais.

Assim, conclui-se que a manutenção da atratividade turística do Polo só será viável se acompanhada de políticas de ordenamento territorial que considerem a dinâmica natural das falésias e os limites de suporte do ambiente costeiro. A implementação de instrumentos de planejamento e manejo adaptativo, respaldados por estudos técnicos, deve ser prioridade para equilibrar desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

Referências

MASSELINK, G.; HUGHES, M. G. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. 2nd ed. London: Hodder Education, 2003.

PARAÍBA. Governo do Estado. Plano de Desenvolvimento Turístico da Paraíba: Projeto Costa do Sol. João Pessoa: Governo da Paraíba, 1988.

CORIOLOANO, L. N. M. T. **O turismo nos discursos, nas políticas e no combate à pobreza**. São Paulo: Annablume, 2006.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=745&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 22 set. 2025.

MAIA, Rubson Pinheiro; SOUZA, Anna Sabrina Vidal; ANDRADE, Antônia Beatriz Ferreira. Cabo Branco Cliff – João Pessoa, PB: caracterização geomorfológica e processos erosivos associados. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 26, n. 3, e2650, jul. 2025. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v26i3.2650>.

MAIA, Rubson Pinheiro; AMORIM, Rodrigo de Freitas; MEIRELES, Antônio Jeovah A. **Falésias: Origem, Evolução, Risco. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022**. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/69688>. Acesso em: 25 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2024/POP2024_20241230.pdf.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, G. de S.; MORAES, J. da S. de. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.



II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO



JIN, S.; SADER, S. A. MODIS time-series imagery for forest disturbance and quantification of patch effects. **Remote Sensing of Environment**, v. 99, p. 462–470, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.09.002>.

LUIJENDIJK, A. P.; HAGENAARS, G.; DE VRIES, S.; DE BOER, W. P.; RENIERS, A. J. H. M. On the accuracy of automated shoreline detection derived from satellite imagery: A case study of the Sand Motor mega-scale nourishment. **Coastal Engineering**, v. 133, p. 113–125, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2018.01.003>



Wissen
editora
2026

Wissen Editora
Site: www.editorawissen.com.br
Instagram: @wisseneditora
Contato: 86 981733137

ANAIS DO II WORKSHOP EROSÃO COSTEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Realização:

