



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JEFFERSON HENRIQUE DE OLIVEIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS PROVENIENTES DA EROSÃO
COSTEIRA NAS PRAIAS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES- PE**

Recife
2024

JEFFERSON HENRIQUE DE OLIVEIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS PROVENIENTES DA EROSÃO
COSTEIRA NAS PRAIAS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES- PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Paula de Barros Silva

Recife
2024

. Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Oliveira, Jefferson Henrique de.

Impactos ambientais negativos provenientes da erosão costeira nas praias de Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco / Jefferson Henrique de Oliveira. - Recife, 2024.

102f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2024.

Orientação: Helena Paula de Barros Silva.

Inclui referências.

1. Erosão costeira; 2. Impactos ambientais; 3. Gestão costeira. I. Silva, Helena Paula de Barros. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

JEFFERSON HENRIQUE DE OLIVEIRA

**IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS PROVENIENTES DA EROSÃO
COSTEIRA NAS PRAIAS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES- PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Mestre em geografia. Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Aprovado em: 21/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Helena Paula de Barros Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Luciana Rachel Coutinho Parente (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco - UPE

A Deus, fonte de inspiração e guia constante em minha jornada. A Ele atribuo toda gratidão pela força e sabedoria que me foram concedidas.

À minha amada mãe, que sempre esteve ao meu lado com seu amor incondicional, apoio incansável e incentivo constante. Sua presença é meu alicerce e minha motivação.

À minha querida família, cujo apoio e encorajamento foram fundamentais em cada etapa deste percurso. O privilégio de ser o primeiro mestrando da família é uma honra que compartilho com todos vocês,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Agradeço a minha mãe que sempre me apoiou, não somente durante esses quatro últimos anos, mas em todos os momentos da minha existência. Sou grato também aos meus irmãos: Amanda, Wesley, Adrielle e Emily, pelo constante apoio e incentivo ao longo dessa jornada.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de realizar meus estudos, onde encontrei suporte e recursos essenciais para minha formação acadêmica.

Expresso minha gratidão aos colegas de classe e extraclasse, cujo apoio foi fundamental em todos os momentos compartilhados.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram com esta dissertação de mestrado. A todos, muito obrigado!

RESUMO

Este estudo aborda a problemática da erosão costeira nas praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade, localizadas no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. A pesquisa visa identificar e classificar os impactos ambientais negativos decorrentes desse fenômeno, especificamente nas praias em estudo, bem como compreender suas consequências para a população e o meio ambiente local. A erosão costeira é um processo complexo influenciado por fatores naturais e antropogênicos, sendo a urbanização desordenada e a falta de planejamento ambiental alguns dos principais contribuintes. Os impactos da erosão costeira nas praias de Jaboatão dos Guararapes vão desde a supressão da flora costeira até a migração da população devido à perda de infraestrutura e espaços de lazer. Além disso, a interação entre o aumento do nível do mar e as tempestades resulta em inundações que afetam significativamente a população local. A falta de infraestrutura de drenagem agrava esses problemas, exigindo medidas urgentes de planejamento e gestão. Destaca-se também a perda de habitat para a desova de tartarugas marinhas e a alteração na dinâmica comercial e de serviços em certas áreas. Diante desses desafios, é fundamental adotar uma abordagem integrada e sustentável para a gestão e conservação dos ecossistemas costeiros das praias de Jaboatão dos Guararapes, envolvendo a sociedade civil, governos locais e instituições acadêmicas. Pesquisas futuras devem ampliar o período de análise para obter uma compreensão mais abrangente dos impactos ambientais negativos e facilitar a formulação de estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

Palavras-chave: Erosão Costeira; Impactos Ambientais; Gestão Costeira.

ABSTRACT

This study addresses the issue of coastal erosion on the beaches of Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. The research aims to identify and classify the negative environmental impacts resulting from this phenomenon, specifically focusing on the beaches under study, as well as to understand its consequences for the local population and environment. Coastal erosion is a complex process influenced by natural and anthropogenic factors, with unplanned urbanization and lack of environmental planning being some of the main contributors. The impacts of coastal erosion on the beaches of Jaboatão dos Guararapes range from the suppression of coastal flora to population migration due to the loss of infrastructure and leisure spaces. Additionally, the interaction between rising sea levels and storms results in flooding that significantly affects the local population. The lack of drainage infrastructure exacerbates these problems, requiring urgent planning and management measures. Also highlighted is the loss of habitat for sea turtle nesting and changes in commercial and service dynamics in certain areas. In the face of these challenges, it is essential to adopt an integrated and sustainable approach to the management and conservation of coastal ecosystems, involving civil society, local governments, and academic institutions. Future research should extend the analysis period to obtain a more comprehensive understanding of negative environmental impacts and facilitate the formulation of effective mitigation and adaptation strategies.

Keywords: Coastal Erosion; Environmental Impacts; Coastal Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aporte ou dissipação de sedimentos nas praias	34
Figura 2 - Temperatura global para o ano de 2023.....	36
Figura 3 - Distribuição global de linhas de costa arenosas.....	37
Figura 4 - Mapa de densidade demográfica do Brasil	39
Figura 5 - Custos e impactos de medidas de adaptação às mudanças climáticas na zona costeira brasileira	43
Figura 6 - Ciclo de impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela erosão costeira	44
Figura 11 - Ondas de Mudança: O encontro entre prédios e mar em Jaboatão dos Guararapes-PE. Uma dança entre urbanização e erosão costeira, revelando a interação constante entre a cidade e a natureza.....	71
Figura 12 - Desafios ambientais em Jaboatão dos Guararapes: o descarte inadequado de resíduos sólidos e o encontro com o mar.....	74
Figura 13 - Desafios Costeiros: Métodos de contenção na faixa de areia impactam a logística, dificultando o acesso das pessoas. O avanço do mar apresenta desafios adicionais para os moradores	77
Figura 14 - O avanço implacável do mar: testemunhas mudas da erosão costeira. Estruturas de lazer e infraestruturas recreativas agora vulneráveis, à mercê das águas vorazes. Uma cena que ecoa os impactos visíveis e invisíveis do desafio crescente que enfrentamos.....	80
Figura 15 - Testemunhas silenciosas do descuido humano: duas vidas perdidas para o avanço implacável do mar e a falha na proteção ambiental. Um lembrete doloroso da urgência em agir	84
Figura 16 - Inundações na zona costeira de Jaboatão: Marcas visíveis da interação entre maré, esgotos e eventos pluviométricos intensos, causando prejuízos e desafios nas áreas costeiras	88
Figura 17 - O mar, em um vai e vem sem fim, escreve sua história nas areias de Jaboatão dos Guararapes. Mas essa história não é só poesia, é dor e desafio. Aqui, bares e barracas são personagens marcados pela erosão costeira, mostrando que proteger nossas praias.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação total mensal dos anos de 1974 a 2018.	56
Tabela 2 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios biológico nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade.	60
Tabela 3 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios sociais nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade.	64
Tabela 4 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios econômicos nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	As ações humanas que auxiliam na aceleração do processo de erosão do solo.	23
Quadro 2 -	Vantagens e desvantagens das obras costeiras.....	40
Quadro 3 -	Quadro comparativo das medidas de intervenção e interferências no turismo..	45
Quadro 4 -	Distribuição Populacional em Bairros de Jaboatão dos Guararapes-PE	72

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Traçando os Limites da área de estudo: Mapa de Localização da Linha Costeira de Jaboatão dos Guararapes- PE	55
Mapa 2 - Localização dos aspectos ambientais na biota	62
Mapa 3 - Localização dos aspectos ambientais sociais	67
Mapa 4 - Localização dos aspectos ambientais econômicos	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	EROSÃO.....	20
2.1.1	Fatores condicionantes da erosão.....	22
2.2	EROSÃO COSTEIRA.....	24
2.2.1	Os agentes naturais e antrópicos da erosão costeira	28
2.2.2	Causas naturais da erosão costeira	29
2.2.2.1	<i>Ondas</i>	30
2.2.2.2	<i>Marés</i>	31
2.2.2.3	<i>Ventos</i>	32
2.2.2.4	<i>Sedimentos</i>	33
2.2.2.5	<i>Elevação do Nível do Mar</i>	35
2.2.3	Causas humanas da erosão costeira	36
3	IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA EROSÃO COSTEIRA ..	42
3.1	PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL	48
4	METODOLOGIA	51
4.1	TABELA DE CLASSIFICAÇÃO	52
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS TRÊS PRAIAS EM ESTUDO	53
4.3	CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS EM ESTUDO	54
4.3.1	Clima.....	55
4.3.2	Geomorfologia	57
4.3.3	Solos.....	57
4.3.4	Vegetação.....	57
4.3.5	Hidrografia.....	58
5	IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE: UM ENFOQUE METODOLÓGICO DE TOMMASI (1994)	59
5.1	ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS NA BIOTA.....	62
5.2	ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS SOCIAIS.....	67
5.3	ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS ECONÔMICOS	69
6	IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E SEUS EFEITOS	71
6.1	IMPACTOS SOCIAIS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO, E EVOLUÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE.....	71
6.1.1	Resíduos sólidos.....	73
6.1.2	Deslocamento Populacional	74
6.1.3	Consequências na logística da região.....	75
6.1.4	Prejuízos à Infraestrutura urbanas à beira-mar	77
6.1.5	Modificações nas áreas de lazer dos moradores	78
6.1.6	Alterações na paisagem costeira	81
7	IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES	82
7.1	IMPACTOS NA FLORA DA ZONA COSTEIRA	82
7.2	IMPACTOS NA FAUNA MARINHA	83
7.3	SEDIMENTAÇÃO E INUNDAÇÃO	85
8	IMPACTOS ECONÔMICOS DERIVADOS DA EROSÃO COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES.....	89

8.1	AMEAÇA AO EMPREGO	89
9	CONCLUSÃO	93
	REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

A área de estudo abrange as praias localizadas no município de Jaboatão dos Guararapes, que está ao longo da costa de Pernambuco, fazendo parte da Região Metropolitana de Recife (RMR). Essa região é conhecida por suas três praias principais - Praia de Piedade, Candeias e Barra de Jangada - que têm uma extensão total de aproximadamente 8 km (IBGE, 2021).

Após 24 anos de residência na costa de Jaboatão dos Guararapes, especialmente nas praias de Candeias e Barra de Jangada, o autor desta pesquisa acumulou uma experiência significativa. Durante os seus 24 anos de vivência em Candeias, foi observado de forma sistemática as transformações na paisagem, com especial atenção para a erosão marinha. Este fenômeno tem sido uma questão persistentemente irresolvida pelas autoridades estaduais e municipais, acarretando uma série de impactos na vida da comunidade local e nos ecossistemas costeiros.

Essa experiência levou a uma série de questionamentos: Qual é a origem da erosão marinha em Jaboatão dos Guararapes-PE? Quais são os principais impactos que atualmente afetam as praias de Jaboatão dos Guararapes e suas consequências para a população e os ecossistemas locais? Por que a erosão marinha é tão prevalente nesta área da Região Metropolitana do Recife? Quais são os estudos e intervenções realizados pelo governo estadual e pela prefeitura para mitigar o problema da erosão na zona costeira de Jaboatão dos Guararapes? E quais são os fatores morfodinâmicos e antropogênicos que acentuam os impactos ambientais na zona costeira em estudo?

Alguns trechos das praias de Jaboatão dos Guararapes, em Pernambuco, estão enfrentando sérios riscos de erosão marinha. Em determinados pontos, os setores de pós-praia estão completamente impermeabilizados devido à ocupação por grandes edifícios, os quais são acompanhados por muros de contenção e muretas construídos pela prefeitura municipal sem qualquer estudo prévio (Santos, 2008). De acordo com Guerra *et al.* (2007), as praias de Candeias, Piedade e Boa Viagem, anteriormente estáveis, passaram a apresentar problemas de erosão devido à urbanização desordenada. Adicionalmente, nas praias de Candeias e Barra de Jangada e Piedade, a erosão costeira é intensificada por uma série de fatores interligados, como a foz do rio Jaboatão, correntes marítimas, ventos e a dinâmica morfológica da praia, conforme destacado por Souza *et al.* (2005).

Um dos desafios enfrentados nas regiões litorâneas do Brasil é a erosão costeira, um fenômeno complexo e contínuo que impacta áreas litorâneas em todo o mundo (Costa, 2020;

Griggs, 2017; Luijendijk *et al.*, 2018; Vasconcelos, 2010; Voudoukas *et al.*, 2020). Segundo Costa (2020) e Mallmann (2016), a erosão costeira ocorre quando a quantidade de sedimentos removidos do local é maior do que a quantidade de sedimentos depositados, resultando em um desequilíbrio sedimentar negativo. Esse fenômeno pode ser desencadeado por fatores naturais e atividades humanas (Brasil, 2018).

A interferência humana, desempenha um papel significativo na erosão costeira. A construção de edifícios residenciais, hotéis, bares e outras infraestruturas próximas ao mar pode levar à remoção da vegetação costeira, compactação do solo e alteração da dinâmica natural da praia (Martellotta; Lobo, 2023; Naine, 2018). Além disso, a extração de areia e a construção de estruturas de contenção, como quebra-mares, podem interferir na circulação natural dos sedimentos, exacerbando o problema (Koerich, 2023).

Por outro lado, os elementos naturais desempenham um papel crucial na erosão costeira. Os ventos geram ondas e correntes que transportam sedimentos ao longo da costa, enquanto a influência da lua nas marés causa variações no nível do mar, afetando a erosão nas áreas costeiras. As tempestades podem provocar ondas extremamente destrutivas, resultando na remoção significativa de sedimentos das praias (Costa, 2020).

A erosão marinha tem provocado uma série de problemas para a população das praias de Jaboatão dos Guararapes, que tem sentido os seus efeitos de maneira significativa. Além dos impactos visíveis na economia local, com a redução do número de frequentadores da praia que consomem produtos e serviços, há também a preocupação com a diminuição do espaço disponível na praia. Essa redução pode levar à retirada permanente de barracas de praia, afetando ainda mais a atividade econômica local e o sustento de muitas famílias que dependem do turismo. Além disso, a erosão marinha também tem consequências diretas para as atividades de lazer e recreação, uma vez que a diminuição da faixa de areia disponível limita o espaço para práticas esportivas e o simples descanso à beira-mar.

Esses problemas ressaltam a importância do litoral não apenas para a economia, mas também para o bem-estar social e a qualidade de vida das comunidades locais. Costa (2020) e Gois (2018) enfatizam essa relevância, destacando o litoral como uma das zonas mais dinâmicas do planeta, onde as interações entre o meio ambiente e as atividades humanas são intensas e complexas.

Outra consequência preocupante está relacionada aos impactos ambientais sobre a biota deste ecossistema. É evidente o desaparecimento de áreas para a desova de tartarugas marinhas e de espécies que habitam a praia, como a vegetação de restinga e os caranguejos. Já é perceptível que os ecossistemas localizados nas praias estejam sujeitos a um impacto ambiental

de grandes proporções devido à ação humana, que interfere de alguma forma nos mecanismos naturais do ecossistema (Oliveira, 2021).

Esta pesquisa é de suma importância para as comunidades científicas, ao passo que o estudo proporcionará uma compreensão dos impactos ambientais negativos e de seus efeitos sobre a biota e a população. Além disso, esta pesquisa trará contribuições significativas para os pesquisadores da área de Geografia e Geomorfologia costeira. Não se limitará apenas ao aspecto físico do ambiente, mas também abordará o aspecto humano, avaliando os impactos causados por esse fenômeno que afeta todo o litoral brasileiro.

Situada a problemática da pesquisa, pretende-se, neste estudo, buscar respostas para a compreensão da erosão marinha na praia de Candeias, mais especificamente alinhadas ao objetivo geral de identificar os Impactos Ambientais negativos derivados da Erosão Marinha nas praias de Jaboatão dos Guararapes-PE. Ademais, será feito um aprofundamento que buscará atingir os seguintes objetivos específicos: Identificar os Impactos Ambientais negativos relacionados à erosão marinha presentes na praia de Candeias; classificar os Impactos Ambientais negativos por meio do método de Tommasi; Compreender como os Impactos Ambientais negativos em seus diferentes níveis de efeitos afetam a população e a biota local.

O primeiro capítulo do referencial teórico aborda a erosão costeira, um fenômeno natural que afeta áreas litorâneas, destacando sua importância para a sustentabilidade ambiental e social. Explora as causas, incluindo práticas agrícolas e desenvolvimento urbano, e os impactos econômicos, ambientais e sociais da erosão. A discussão inclui definições de especialistas e a interação histórica entre erosão e atividade humana, enfatizando a necessidade de estratégias de mitigação para preservar as áreas costeiras. Após essa análise, o capítulo segue com um subcapítulo que aprofunda os impactos específicos nas praias de Jaboatão dos Guararapes, onde a erosão marinha está comprometendo a integridade da costa, destacando a importância de compreender esses processos para desenvolver soluções eficazes de proteção e conservação.

O capítulo 2 e seus subcapítulos discutem a definição e a importância da erosão, abordando suas causas naturais e antrópicas, bem como seus impactos econômicos, ambientais e sociais. Em seguida, o Capítulo aprofunda a análise sobre a erosão costeira, destacando sua prevalência global e os impactos esperados nas populações costeiras até 2025. Este capítulo também explora a riqueza ecológica das zonas costeiras, a importância da gestão costeira e os desafios enfrentados no Brasil para a implementação de estratégias eficazes. A discussão inclui a interação entre fatores naturais e atividades humanas que contribuem para a erosão, assim como os efeitos das mudanças climáticas no agravamento do problema.

No terceiro capítulo do referencial teórico, abordará os impactos ambientais provenientes da erosão costeira, destacando que, apesar de ser um fenômeno natural, suas consequências se intensificam devido às atividades humanas e às mudanças climáticas. Estudos indicam que a erosão costeira causa danos significativos tanto socioeconômicos quanto ambientais, incluindo a redução de áreas de praia, destruição de infraestruturas, perda de habitats naturais e alteração da paisagem. Autores como Moura *et al.* (2011) e Uacane (2014) evidenciam os impactos negativos na zona costeira de Jaboatão dos Guararapes e outras regiões, apontando a ação humana como principal responsável. Além disso, as medidas de contenção adotadas, como a construção de quebra-mares e diques, muitas vezes agravam o problema, alterando o fluxo das praias e a movimentação de partículas de solo. A compreensão desses impactos é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e mitigação.

No capítulo 4, é explicado detalhadamente cada procedimento metodológico adotado. São descritas as três etapas do processo de pesquisa, incluindo a documentação indireta e a revisão bibliográfica inicial, a observação direta e a classificação dos impactos ambientais durante as visitas técnicas, e a correlação dos dados coletados com a literatura existente e com outros estudos regionais. Este capítulo também apresenta as tabelas de classificação dos impactos ambientais, conforme adaptadas do trabalho de Tommasi (1994), e a caracterização detalhada das praias de Jaboatão dos Guararapes em estudo. Além disso, são discutidas as análises de clima, geomorfologia, solos, vegetação e hidrografia da área de pesquisa, proporcionando uma visão abrangente e integrada do ambiente costeiro em foco.

O capítulo 5 foca na identificação e classificação dos impactos ambientais na região costeira de Jaboatão dos Guararapes-PE, utilizando a metodologia de Tommasi (1994). Esta análise inclui aspectos como inundações, sedimentação, supressão da flora costeira e impactos na fauna marinha, classificando-os de acordo com sua frequência, intensidade, natureza (direta ou indireta), duração, magnitude, abrangência geográfica e reversibilidade. Os impactos variam desde a morte de animais marinhos e o desequilíbrio do habitat aquático até a perda de habitats costeiros e a degradação da infraestrutura urbana. Adicionalmente, este capítulo apresentará o mapeamento dos impactos identificados, oferecendo uma visualização espacial detalhada dos danos causados pela erosão costeira, ressaltando a importância de medidas integradas para a mitigação e recuperação sustentável da região.

O capítulo sobre resultados e discussões abordará os impactos ambientais significativos decorrentes da erosão costeira em Jaboatão dos Guararapes. Serão discutidos diversos aspectos, incluindo:

1. Impactos físicos e ambientais: Descrição dos danos físicos às infraestruturas urbanas, como residências e infraestruturas públicas, devido ao avanço do mar e à intensificação da erosão.

2. Deslocamento populacional: Análise dos efeitos do deslocamento forçado das comunidades litorâneas devido à erosão costeira, com ênfase nas consequências sociais e econômicas para os moradores locais.

3. Consequências econômicas e sociais: Avaliação dos impactos na economia local, incluindo o impacto no turismo e nas atividades de pesca, fundamentais para a subsistência das comunidades afetadas.

4. Medidas de adaptação e mitigação: Discussão sobre as estratégias de defesa costeira adotadas, como a engorda de praias e outras intervenções, avaliando sua eficácia na redução dos danos causados pela erosão.

5. Desafios futuros e recomendações: Exploração das perspectivas futuras para a gestão costeira sustentável em Jaboatão dos Guararapes, com recomendações para políticas públicas e práticas de ordenamento territorial que visem mitigar os impactos futuros da erosão costeira.

Esses pontos serão apresentados para fornecer uma visão abrangente dos desafios enfrentados pela cidade devido à erosão costeira, destacando a importância de estratégias integradas e sustentáveis para proteger as comunidades costeiras e promover a resiliência ambiental na região, os principais achados serão apresentados na conclusão deste trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EROSÃO

A erosão costeira é um fenômeno natural que afeta as áreas litorâneas e possui uma relevância significativa para a sustentabilidade ambiental e social. Para elucidar os processos envolvidos na dinâmica costeira e seus impactos, é primordial compreender o conceito de erosão e aprofundar-se na pesquisa através das definições fornecidas por diferentes especialistas.

Os desafios impostos pelos processos erosivos são preocupantes e ocorrem em ritmo acelerado no território brasileiro. Essa situação, em muitos casos, deriva de práticas agrícolas e do desenvolvimento urbano, em que a interação entre a natureza e a sociedade é evidente (Mota,1991). Como resultado, múltiplos impactos se manifestam, atingindo diversos aspectos da sociedade.

Em termos econômicos, a erosão pode resultar na destruição de estruturas importantes em grandes centros urbanos e áreas rurais, gerando prejuízos significativos (Lins-de-Barros, 2005). Já os impactos ambientais são evidenciados pelo desequilíbrio na fauna e flora, alterando ecossistemas costeiros e comprometendo a biodiversidade. Além disso, os deslizamentos de terra causados pelo processo erosivo são frequentes em áreas urbanas, levando a perdas de vidas humanas e afetando o meio social.

Desde os primórdios, os processos erosivos têm desempenhado um papel importante na formação e moldagem das paisagens terrestres. Isso os torna elementos essenciais para a dinâmica do planeta e sua evolução ao longo dos tempos. Contudo, a erosão natural entra em conflito com as atividades humanas, especialmente em relação ao uso do solo, e ações desordenadas podem acelerar esse processo natural, resultando em graves consequências (Camões; Uacane, 2020).

A história evidencia que a interação entre erosão e ação humana não é uma realidade nova. Registros antigos, como os dos Sumérios, apontam para a compreensão da relação entre o uso do solo e o desgaste decorrente dessa interação. Isso nos mostra como a erosão tem sido uma questão presente e influente desde tempos remotos.

O termo "erosão" tem sua origem no latim "erodere", que significa corroer, e abrange os processos de desgaste causados pelas ações naturais, como a ação das águas, do vento e das geleiras. Desse modo, as erosões hídricas, eólicas e glaciais são resultadas dessas interações naturais, que moldam a superfície terrestre e criam formas distintas na paisagem.

No entanto, é importante ressaltar que a erosão não se limita apenas a influência humana, mas também é influenciada pela ação natural, representada pelo sol (calor), água, animais e vegetais. Esses agentes externos atuam sobre as rochas, desencadeando processos de erosão acelerada, que podem comprometer a estabilidade dos ecossistemas costeiros.

Diante do exposto, fica evidente a importância de compreender a erosão costeira em todas as suas dimensões. Somente através do conhecimento aprofundado e do desenvolvimento de estratégias de mitigação adequadas poderemos enfrentar os desafios impostos por esse fenômeno natural e humano, garantindo a preservação das áreas costeiras para as gerações presentes e futuras.

O conceito de erosão nas palavras de Fernandes (2011, p.112) é:

De uma forma geral, erosão é um termo que representa um conjunto de ações, incluindo o desprendimento (desagregação), o arraste (transporte) e a deposição das partículas de solo causada por agentes erosivos, tais como o gelo, o vento, a gravidade e a água. Em particular, a erosão onde o agente erosivo é a água é chamada de erosão hídrica.

Segundo Almeida Filho (1998), a erosão é uma força natural que molda a paisagem, podendo modificar a estrutura do relevo. Com a intervenção humana, esse processo pode ser acelerado, resultando na erosão acelerada ou antrópica. Além disso, Conciani (2008) ressalta que embora o homem possa intensificar a erosão, também tem a capacidade de mitigar esses processos. Através de obras de mitigação e recuperação de áreas degradadas, é possível minimizar essas ações erosivas.

Aumentando a compreensão de Conciani (2008):

A erosão é um processo mecânico que se desenvolve na superfície causando profundidade em certos tipos de solos e sobre determinadas condições físicas de forma natural significativa, transformando-se crítica pela ação modificadora do homem. O transporte e movimentação de partículas do solo, sub solos e rochas em decomposição pelas águas, ventos, assim dando surgimento ao processo erosivo. (Freitas *et al.*, 2001, p.11).

Ao analisar as definições apresentadas por cada autor, percebemos que elas nos mostram diferentes pontos de vista sobre a erosão. Essas ideias oferecem múltiplos caminhos para entender o fenômeno, desde a erosão causada pelas atividades humanas até aquela que é resultado das forças naturais. Tudo isso tem uma ligação direta com as praias de Jaboatão dos Guararapes, onde o mar está erodindo toda a costa da cidade.

Essa situação nos mostra claramente como a erosão costeira pode ser influenciada por fatores naturais e pela ação humana. É um desafio interessante para a geografia estudar e encontrar soluções para esse problema. Afinal, é importante entender como esses processos

acontecem e como podemos lidar com eles para proteger nosso litoral e o meio ambiente como um todo.

2.1.1 Fatores condicionantes da erosão

O fenômeno da erosão é bastante complexo, uma vez que envolve uma série de fatores condicionantes, como aspectos geológicos, geomorfológicos, tipos de solos, clima, vegetação e, além disso, a influência da ação humana que altera as condições naturais de cada área específica.

O clima desempenha um papel fundamental nesse processo, especialmente em relação à intensidade, duração e frequência das precipitações. A intensidade das chuvas é especialmente importante, pois impacta diretamente a formação do processo erosivo. Quando as gotas da chuva atingem a superfície, elas desintegram as partículas do solo, levando a um transporte dessas partículas juntamente com o fluxo da água superficial.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), as gotículas de chuva agem no processo erosivo por meio de três fatores distintos: primeiro, elas desintegram as partículas do solo no local de impacto; em seguida, transportam as partículas desprendidas, o chamado "salpicamento" ou "splash"; e, por fim, adicionam energia à água superficial. A velocidade desse processo é influenciada pelo tamanho das gotas e pela altura da queda.

De forma complementar, a vegetação demonstra dependência indireta em relação ao clima, cuja influência é fundamental nos aspectos intrínsecos da cobertura vegetal. Nesse contexto, a existência de uma maior cobertura vegetal na superfície do solo contribui para uma menor propensão à ocorrência de erosão. Além disso, a cobertura vegetal atua na potencialização da intensidade da água recebida, enquanto reduz a energia das gotículas das precipitações, impactando positivamente na diminuição do efeito erosivo.

Por sua vez, o solo também desempenha um papel crucial na erosão, especialmente devido ao tipo de solo presente, que influencia a maior ou menor facilidade de ocorrência dos processos erosivos. Essa vulnerabilidade à erosão, também conhecida como erodibilidade, é intrinsecamente relacionada às características específicas do solo, tais como sua composição, estrutura e porosidade.

Além disso, a configuração do terreno é um dos fatores fundamentais, pois influencia a rapidez dos processos erosivos. Relevo mais inclinado, com declividades maiores, leva a um maior acúmulo e velocidade da água superficial, aumentando a erosão.

De acordo com Oliveira *et al.* (2018), o comprimento das rampas também desempenha um papel crucial na velocidade da água superficial. Terrenos mais íngremes contribuem para o aumento do escoamento superficial, o que potencializa o efeito erosivo do fluxo. A topografia tem um papel mais significativo nos processos erosivos quanto mais acentuada for a inclinação do terreno.

Outro fator a ser destacado é a influência humana, que é uma das causas controláveis e evitáveis, uma vez que já conhecemos os mecanismos de atuação. As modificações feitas pelo ser humano no solo ocorrem em várias etapas. Os processos erosivos, que são fenômenos naturais com uma duração específica, tornam-se cada vez mais intensos devido aos impactos ambientais causados pelas atividades humanas.

Desde os tempos primordiais, o ser humano sempre teve uma relação interdependente com o meio ambiente em que vive. Em busca de melhores condições de vida e para satisfazer suas necessidades básicas, o ser humano sempre utilizou os recursos naturais, especialmente o solo, para o uso e ocupação. No entanto, essa ação impacta o sistema natural, resultando em respostas nem sempre favoráveis quando se trata da renovação dos recursos (Quadro 1).

Quadro 1 - As ações humanas que auxiliam na aceleração do processo de erosão do solo

Ações Fomentadas pelo Homem	Exemplos
Retiradas de árvores de grandes áreas, encostas, reservatórios e locais de solos erodíveis	Desmatamento em larga escala; remoção de árvores em encostas íngremes; retirada de vegetação ao redor de grandes reservatórios e áreas com solos propensos à erosão
Atividades agrícolas	Plantio de monoculturas que não promovem a diversidade do solo; culturas de curta duração; cultivo em encostas inclinadas; uso intensivo de maquinário e mecanização agrícola
Queimadas	Práticas de queima de vegetação para limpeza de áreas ou fins agrícolas, contribuindo para a degradação do solo
Pecuária	Excesso de animais pastando em uma área, resultando em sobre pastoreio e danos ao solo
Deslizamento de terra	Escavações e aterros inadequados que podem desestabilizar encostas e causar deslizamentos
Modificação no escoamento natural das águas	Construção de barragens que alteram o fluxo dos rios; aterros e mudanças no curso de corpos d'água;

Ações Fomentadas pelo Homem	Exemplos
	drenagem artificial que impacta a dinâmica natural das águas
Impermeabilização do solo	Urbanização com construções, pavimentação de vias e áreas cimentadas que reduzem a infiltração da água no solo
Atividades direcionadas ao minério	Mineração que pode causar grandes alterações no solo e na paisagem
Desenvolvimento de obras	Desmatamento para grandes obras; movimentação de terra em larga escala; extração de materiais em áreas de empréstimo; alterações no fluxo das águas por obras de infraestrutura

Fonte: Dados coletados na pesquisa de Mota (1991)

Esses dados destacam a origem do processo de desgaste do solo como resultado da conexão intrincada entre diversos elementos naturais e ambientais. Entender essas interligações é essencial para a análise e implementação de medidas que possam reduzir os efeitos da erosão em distintos cenários geográficos.

2.2 EROSÃO COSTEIRA

Um estudo conduzido pela Universidade Santa Cruz da Califórnia (Griggs, 2017) aponta que o avanço do mar está ocupando atualmente entre 75% e 90% das áreas costeiras, e essa situação tende a se agravar. É relevante destacar que 75% das metrópoles e metade da sociedade estão localizadas nas regiões costeiras. Até o ano de 2025, aproximadamente 75% da população enfrentará os impactos decorrentes da erosão costeira. Esse cenário acarreta múltiplos impactos ambientais, abrangendo tanto a natureza ambiental quanto a socioeconômica.

Dentro dessa perspectiva, as zonas costeiras são consideradas áreas de grande riqueza, pois abrigam diversos ecossistemas com alta biodiversidade e produtividade, como mangues, desembocaduras, restingas e recifes de corais. Além disso, elas fornecem uma série de serviços ecossistêmicos e recursos essenciais para as atividades socioeconômicas. É importante ressaltar que as regiões litorâneas apresentam diversas habitações, com diferentes graus de urbanização e estrutura, o que resulta em ocupações significativas nos ecossistemas mencionados anteriormente.

Souza *et al.* (2009) e Rei e Pinho (2023), discutem a importância da gestão costeira para preservar os recursos ambientais e a dinâmica socioeconômica dos ecossistemas costeiros. A gestão costeira busca restaurar e manter a integridade ecológica desses ambientes, reduzir

conflitos de uso de recursos naturais, manter a originalidade dos ecossistemas costeiros e promover o desenvolvimento multissetorial.

Apesar da relevância da gestão costeira, os autores deixam claro que no Brasil esse processo ainda enfrenta desafios significativos (Leite, 2023; Santos e Tenorio, 2004; Scher *et al.*, 2023). A regulamentação e as ações governamentais para lidar com os problemas que afetam ou afetarão diversas cidades costeiras brasileiras ainda estão em estágio inicial.

Em resumo, as pesquisas abordam a importância da gestão costeira como uma estratégia para proteger e desenvolver de forma sustentável os ecossistemas costeiros no Brasil, mas também destaca a necessidade de um maior engajamento e ação do governo para enfrentar esses desafios.

Um desses desafios presentes nas áreas litorâneas brasileiras, é a erosão costeira que é um fenômeno complicado e contínuo que afeta as áreas litorâneas de todo o mundo (Costa, 2020; Griggs, 2017; Luijendijk *et al.*, 2018; Vasconcelos, 2010; Voudoukas *et al.*, 2020).

Para Costa (2020) e Mallmann (2016), o processo erosivo costeiro ocorre quando a quantidade de sedimentos removidos do local é maior do que a quantidade de sedimentos depositados, resultando em um desequilíbrio sedimentar negativo. Esse fenômeno pode ser desencadeado por fatores naturais e atividades humanas (Brasil, 2018).

Entre os agentes que influenciam a erosão costeira, encontramos o meio antrópico, que se refere às ações humanas que impactam a costa. A construção de moradias, hotéis, bares e outras infraestruturas em áreas próximas ao mar pode eliminar a vegetação costeira, causar compactação do solo e modificar a dinâmica natural da praia (Martellotta; Lobo, 2023; Naine, 2018). Adicionalmente, a extração de areia e a construção de estruturas de contenção, como quebra-mares, podem alterar a circulação natural dos sedimentos, agravando o problema (Koerich, 2023).

Entretanto, os elementos naturais também possuem uma função relevante na erosão costeira. Os ventos exercem pressão na superfície do mar, gerando ondas e correntes que podem transportar sedimentos ao longo da costa. A lua influencia as marés, provocando variações no nível do mar e impactando a erosão nas áreas costeiras. As tempestades podem gerar ondas particularmente destrutivas, levando à remoção significativa de sedimentos das praias (Costa, 2020).

O equilíbrio sedimentar é geralmente determinado pela quantidade de sedimentos que chega à costa, provenientes de rios e desembocaduras de sistemas fluviais. Quando ocorre uma redução no aporte desses sedimentos, seja por represamento de rios ou outras intervenções humanas, a erosão costeira pode ser agravada (Lélis; Calliari, 2006).

Adicionalmente, para Voudoukas *et al.* (2020) as alterações climáticas, como o aumento do nível do mar e modificações nos padrões de ventos e chuvas, também desempenham um papel fundamental na erosão costeira. O aquecimento global está contribuindo para o derretimento das calotas polares, o que acarreta um aumento no nível do mar, expondo ainda mais as áreas costeiras à ação erosiva.

Resumidamente, a erosão costeira é um fenômeno intrincado e multifacetado, que abarca uma mistura de elementos naturais e intervenções humanas. Compreender os elementos que contribuem para a erosão costeira é fundamental para elaborar estratégias apropriadas de administração costeira e salvaguardar as regiões litorâneas, assegurando sua sustentabilidade e preservação para as próximas gerações.

Com base nas razões que levam à erosão marinha, suas consequências têm efeitos nos setores econômicos e socioambientais, divididos em impactos imediatos ou indiretos, reversíveis e irreversíveis (Tommasi, 1994). Nesse contexto, é relevante enfatizar que pode ocorrer redução na extensão da praia e retrocesso ou retração da linha de costa, falta de zona costeira, aumento na frequência e intensidade de enchentes costeiras, acréscimo de poluição e contaminação das águas, diminuição das atividades socioeconômicas relacionadas ao turismo e lazer na região litorânea, bem como outros efeitos ambientais resultantes da erosão costeira (Griggs, 2017; Moura *et al.*, 2011).

O processo natural de erosão costeira, que ameaça todo o litoral do planeta, é o que faz com que as paisagens costeiras se desenvolvam. As interações entre as forças naturais e a atividade humana produzem dinâmicas complicadas que modificam significativamente as paisagens costeiras. Este capítulo explora diferentes pesquisas que apresentam definições, causas e consequências sobre a erosão costeira que foram pesquisadas em diferentes cenários geográficos ao longo de muitos anos por vários pesquisadores.

Pesquisadores observaram dados de satélite durante um período de 33 anos (de 1984 a 2016), e identificaram 24% das praias arenosas do mundo estão sofrendo erosão a uma taxa superior a 0,5 metros por ano, enquanto 28% estão ganhando sedimentos e 48 % são estáveis (Lujendijk *et al.*, 2018). Em contrapartida, no Brasil, Dados do Ministério do Meio Ambiente, em 2015, ressalta que das 42 aglomerações urbanas do Brasil, 18 estão localizadas na zona litorânea e, portanto, estão sujeitas a eventos climáticos extremos, como ressacas, ventos fortes, correntes marinhas e inundações (MMA, 2015).

Nessa perspectiva, alguns conceitos compartilham o tema da erosão costeira e suas implicações nas zonas costeiras, influenciada pela atividade humana. Por exemplo, Costa (2020), justificou que a degradação das praias ocorre principalmente em praias arenosas

desprotegidas, sobretudo como resultado de uma extensa intervenção humana. As alterações do litoral aumentaram significativamente, sobretudo pela ameaça que o avanço das águas costeiras representa para o desenvolvimento das atividades desenvolvidas pelas populações litorais.

Nesse diapasão, Camões e Uacane (2020), definiram a erosão costeira como um movimento imprevisto da linha costeira em direção ao continente. Proveniente de uma carga de densidade demográfica expressiva ao longo da costa, essa condição é indesejável, pois pode ter sérias consequências. Por outro lado, seus efeitos não são considerados severos quando não há áreas urbanizadas, populações, patrimônio edificado ou natural.

Além disso, Lima *et al.* (2021) deixa claro que a degradação costeira é um fenômeno inerente à dinâmica litorânea que se manifesta em várias partes do mundo, influenciando a dinâmica dos ecossistemas costeiros. E o autor acrescenta que sua atuação se dá por meio de fatores gerenciados por atividades humanas (por exemplo, atividades portuárias, urbanização) que criam um desequilíbrio ambiental e representam desafios para as comunidades locais que vivem perto da costa.

Por outro lado, será apresentado o conceito da erosão costeira intrínseco às causas naturais, em que será minuciosamente apresentado o conceito da erosão costeira, elucidando suas intrincadas causas naturais, como elevação do nível do mar, balanço sedimentar, ondas, ventos, desembocaduras, entre outros. Diversos autores se valeram dessas informações encontradas na literatura para fundamentar e enriquecer seus conceitos acerca do fenômeno da erosão costeira (Camões; Uacane, 2020; Souza *et al.*, 2005). Essa abordagem visa aprofundar a compreensão das interações complexas entre os fatores naturais e seu papel no processo de erosão costeira, contribuindo para o desenvolvimento de perspectivas mais abrangentes e embasadas sobre o tema.

Segundo Souza *et al.* (2005), a erosão costeira é um processo natural que ocorre quando há um balanço sedimentar negativo, ou seja, quando a perda de sedimentos supera o ganho de sedimentos. Os autores enfatizam o quão crucial é compreender esse processo para entender plenamente a dinâmica das praias e como elas mudam ao longo do tempo.

Na mesma linha de pensamento, Naine (2018), baseou em sua pesquisa o conceito de erosão concatenada ao balanço sedimentar, o qual é o equilíbrio que pode levar a um de dois cenários: erosão, onde a praia perde material e registra um balanço negativo; ou deposição, onde a praia ganha sedimentos e registra um balanço positivo.

Nas compressões de Camões e Uacane (2020), erosão costeira é processo contínuo e progressivo, ocorre quando a água do mar erode gradualmente as rochas, transformando-as em partículas. Esta devastação em curso afeta a região litoral e resulta na alteração das formas de

relevo. Essas mudanças são fortemente influenciadas por fenômenos termodinâmicos, particularmente aqueles relacionados à direção dos ventos, que desempenham um papel crucial na geração de ondas, correntes e oceanos. Esses elementos naturais ajudam as paisagens costeiras a mudarem ao longo do tempo e a se tornarem mais dinâmicas.

Ao combinar essas definições, pode-se conceituar a erosão costeira como o fenômeno pelo qual o mar avança gradualmente sobre os continentes, reduzindo as áreas costeiras devido a fatores naturais e agravados pelas atividades humanas. Isso se traduz em um recuo da linha de costa e/ou na diminuição do nível das praias, com a progressiva diminuição dos estoques de sedimentos.

2.2.1 Os agentes naturais e antrópicos da erosão costeira

Neste subcapítulo, serão discutidos os fatores determinantes da erosão costeira, uma questão complexa que resulta da interação entre elementos naturais e atividades humanas, agravada pelas mudanças climáticas em curso. Na literatura, não há um consenso sobre a principal causa da erosão costeira no mundo; muitos pesquisadores apontam as mudanças climáticas e as condições naturais como principais causadoras, enquanto outros acreditam que as intervenções humanas nos processos costeiros têm papel fundamental.

Conforme Gois *et al.* (2011) e Gois (2018), não há uma correlação clara entre as causas e consequências da erosão costeira nas praias da Região Metropolitana de Recife (RMR). No entanto, o autor supracitado em estudos mais detalhados nas praias de Olinda-PE, foram observados que as obras de instalação de estruturas de proteção, a ampliação do porto de Recife, a supressão de áreas de mangues e a ocupação da linha de costa foram os principais fatores causadores da erosão costeira.

De acordo com Souza *et al.* (2009), os litorais que sofrem com as consequências da erosão marítima são aqueles que apresentam um dos seguintes aspectos: a) altas taxas de erosão ou erosão significativa recente; b) taxas de erosão baixas ou moderadas em praias com faixa de areia estreita e localizadas em áreas altamente urbanizadas; c) praias que necessitam ou já possuem obras de proteção ou contenção de erosão; d) praias reconstruídas artificialmente que seguem um cronograma de manutenção.

Camões e Uacane (2020) destacam diversos elementos que influenciam a dinâmica das praias, como características geológicas, geomorfológicas, tipos de solos, clima, vegetação, além da influência humana, que altera as condições naturais de cada um deles. Nessa perspectiva, a morfodinâmica da costa está relacionada à erosão marinha, assim como as dinâmicas dos

processos oceanográficos, ventos, morfologia, geologia e características dos sedimentos (Costa, 2020).

No entanto, as atividades humanas desempenham um papel significativo no agravamento da erosão costeira. O desenvolvimento urbano desordenado, a construção de infraestruturas costeiras inadequadas, como diques e quebra-mares, e a exploração não sustentável de recursos naturais, como a extração de areia das praias, são exemplos de intervenções humanas que têm contribuído para acelerar o processo de erosão (Costa, 2020; Sena, 2018).

Outrossim, os efeitos da mudança climática surgiram como um fator adicional significativo (Vasconcelos, 2010). Resultando na perda das calotas polares e, conseqüentemente, no aumento do nível do mar, intensificando a erosão costeira e expondo áreas antes protegidas ao avanço do mar (NCEI, 2023). Eventos climáticos, como tempestades tropicais e furacões, tornaram-se mais frequentes e intensos, acelerando a degradação costeira.

Para desenvolver estratégias efetivas de adaptação e mitigação nessa situação, é crucial compreender a influência dos elementos naturais, da atividade humana e das mudanças climáticas. Preservar as zonas costeiras, salvaguardar as comunidades vulneráveis e garantir a preservação deste patrimônio natural de valor inestimável para as gerações futuras é fundamental.

2.2.2 Causas naturais da erosão costeira

A configuração e morfodinâmica de uma praia ao longo do tempo estão intimamente relacionadas com a influência de processos relacionados com a hidrodinâmica, como correntes e ondas. A mudança no comportamento da praia é uma resposta à energia que estava presente naquele momento.

Para Gois *et al.* (2011), os processos morfodinâmicos ocorrem ao longo da costa são representados por fenômenos físicos, biológicos e químicos que têm um impacto significativo no desenvolvimento do litoral, quer pela ação destrutiva (erosiva) em alguns locais, quer pela ação construtiva em outros.

Muehe (1998) aponta para três condicionantes oceanográficos significativos que exercem influência na configuração da paisagem costeira: o padrão de ondas, que se destaca como o processo primordial de alteração da costa a curto e médio prazo, desempenhando um papel crucial no deslocamento dos sedimentos ao longo da linha costeira. Os fatores

subsequentes correspondem à potência das ondas e à força das tempestades, os quais dirigem a dinâmica dos processos de desgaste e acúmulo de materiais sobre o litoral.

Na mesma ótica, Oliveira *et al.* (2018) afirma que é a causa natural da erosão costeira é originada primariamente devido à influência exercida por três elementos: ondas, correntes e marés. As ondas e as oscilações das marés, conjuntamente com possíveis ocorrências de tempestades ao longo da costa, desencadeiam processos de deterioração e se caracterizam por apresentar um fluxo dual (fluxo de retirada e fluxo de recolhimento), resultando assim em duas forças de magnitude e direções distintas.

De acordo com as informações expostas na investigação conduzida por Costa (2020), tornou-se evidente que, de maneira geral, os fenômenos de erosão na área costeira de Jaboatão dos Guararapes estão intrinsecamente ligados às características a morfodinâmica, à sedimentação e aos padrões de movimentação da água. Além disso, destaca-se que uma análise unificada desses dados pode proporcionar resultados com um nível mais elevado de entendimento acerca dos processos erosivos manifestados nas praias do município de Jaboatão dos Guararapes.

Para o último autor mencionado no parágrafo anterior, a dinâmica da costa é o resultado da interação em constante mudança entre processos oceânicos. Essas interações ganham maior complexidade quando influenciadas por outros agentes, como padrões de vento, configuração geológica, características dos materiais sedimentares. As variações na morfodinâmica costeira, como os padrões climáticos das ondas, o deslocamento de materiais sedimentares, os ventos, as marés e as ondas, entre outros fatores, são elementos determinantes das alterações que se manifestam no ambiente litoral (Costa, 2020).

2.2.2.1 Ondas

Deve-se considerar a concepção de onda como a manifestação em constante evolução das marés. Uma onda é uma porção de água de um oceano, lago ou rio, que se ergue e flui. A formação das ondas resulta da colaboração entre a força do vento e a superfície da água (Armesto, 2012; Lima; Oliveira, 2012). A colisão das águas (movimento de ida e volta) na margem costeira desencadeia a desintegração de materiais, mantendo-os em suspensão para, posteriormente, depositá-los no leito do corpo d'água (Muehe, 1998). Dentre suas propriedades, algumas têm uma importância destacada, como a intensidade, o ângulo de impacto, a altura e o intervalo de tempo.

Lima e Oliveira (2012) alegam que as ondas possuem uma significativa importância, considerando atributos como força, ângulo de entrada, altura e período, os quais exercem influência sobre a estabilidade da faixa costeira, visto que as ondas desempenham um papel fundamental na erosão e no transporte de materiais para fora da praia. Nesse sentido, é essencial destacar que as ondas de tempestade assumem um papel de grande destaque, pois são extremamente devastadoras e, apesar de serem eventos pouco frequentes, têm o potencial de provocar alterações na dinâmica da linha costeira de determinados litorais.

As ondas marítimas são produzidas devido à perturbação das águas que repousam na superfície do oceano, originada pela influência dos ventos, modificações decorrentes de eventos como terremotos, tsunamis ou de influências astronômicas (Gois, 2018). Esses fatores provocam a geração de ondas, aproveitando a energia e o momento que são transferidos para a massa de água, resultando na transmissão da forma gerada pela onda, sem qualquer transferência significativa de massa (Gois, 2018).

Entre os eventos naturais, as ondas constituem um dos elementos mais minuciosamente examinados ao longo da trajetória da humanidade. A análise e a apreensão desses eventos sempre ocuparam um lugar proeminente na narrativa da ciência, tendo sido sujeitos de pesquisa por parte de inúmeros estudiosos (Gois, 2018; Lima; Oliveira, 2012).

2.2.2.2 Marés

A oscilação das marés é um fenômeno intrincado que abrange, sobretudo, a análise de influências cósmicas, impactos climáticos, dinâmicas aquáticas e fricção com o leito marítimo (Press, 2006). O ciclo de marés frequentemente se manifesta na plataforma continental por meio de uma combinação intrincada de oscilação simultânea e disseminação ondulatória (Lima *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2018).

As marés de sizígia ocorrem quando a Terra, a Lua e o Sol estão perfeitamente alinhados, resultando nas amplitudes mais expressivas de maré, com as maiores marés altas e as marés baixas menos pronunciadas; as marés de quadratura, acontecem quando as forças geradoras das marés, provenientes da influência combinada da Lua e do Sol, estão deslocadas em um ângulo próximo a 90°, como ocorre durante as fases de Lua crescente e minguante, originando as amplitudes de maré mais modestas (Press, 2006).

As variações de maré ocasionadas por fatores climáticos têm a capacidade de desencadear algumas das transformações mais rápidas e impressionantes nas regiões costeiras,

representando um dos riscos mais significativos e imprevisíveis para as comunidades que habitam nessas áreas (Costa, 2020).

Marés atmosféricas podem ser conceituadas como a discrepância entre o nível do mar efetivamente registrado e a previsão das marés astronômicas; essas podem ser quantificadas em áreas litorâneas por intermédio de uma estação de maregrafia (Oliveira *et al.*, 2018). O potencial de impacto de uma maré meteorológica é influenciado pela sua magnitude e duração, pelas ondas correlatas e pela coincidência com as fases das marés astronômicas (Gois, 2018).

Com o objetivo de identificar a influência das marés meteorológicas na ocorrência de erosão acentuada ao longo da costa de Salvador, Dutra *et al.* (2014) realizaram um estudo. Eles observaram que durante o período de 1965 a 2006, a maioria dos casos de erosão mais intensa parecem ter sido vinculados à ocorrência de marés meteorológicas de alta intensidade, que possuem um potencial significativo de causar danos, juntamente com as marés de plenilúnio. Dentro do escopo deste estudo, foram examinados 31 incidentes. Conforme os resultados, tais marés meteorológicas estariam relacionadas à chegada de massas de ar frio e/ou à interação de uma alta pressão com uma área de baixa pressão, bem como ao empilhamento de águas de Ekman induzido pela prevalência de ventos provenientes das direções sul (S) e sudeste (SE).

Estudos realizados por Mallmann (2016), na área metropolitana do Recife, afirmam que durante situações de intensa energia, as forças de origem meteorológica e astronômica se conjugam, resultando em mudanças abruptas na configuração das praias arenosas em um curto período. Alguns pesquisadores indicam que a presença de ventos provenientes do Sudeste e/ou a concorrência de marés de plenilúnio desempenham um papel preponderante nos eventos de tal natureza observados nessa região (Mallmann, 2016).

Durante esses eventos, o fator de maior relevância, de acordo com o autor acima mencionado, foi a maré astronômica. A interação entre ventos, ondas e marés tem sido descrita em relatos locais e vinculada a episódios de erosão que provocam perdas econômicas consideráveis para as comunidades costeiras (Mallmann, 2016). Isso ressalta a necessidade iminente e substancial de manter uma vigilância constante sobre variáveis meteoceanográficas, pois essa demanda não apenas existe, mas também é urgente.

2.2.2.3 Ventos

A influência dos ventos desempenha um papel central na forma como a costa se modifica, sendo o fator chave no processo de acumulação de sedimentos nas praias. Além de serem responsáveis pela criação das ondas, ao transmitir energia e movimento para a água, e

por manter as correntes litorâneas em movimento, os ventos têm um papel crucial na manutenção do equilíbrio dos sedimentos ao longo da praia.

As variações sazonais das chuvas e dos ventos têm um impacto direto nas quantidades de sedimentos que alcançam a costa de Pernambuco de acordo com Mallmann (2016), bem como na exposição da costa a diferentes intensidades de ondulações. Dentro das 20 ocorrências analisadas no estudo realizado por Mallmann (2016), metade delas aconteceram durante o mês de agosto. O autor observa que nos meses de agosto e setembro, os ventos que atingem a costa nordeste do Brasil tendem a ser mais vigorosos. Essas conclusões coincidem com as descobertas de Dutra *et al.* (2014) para uma região costeira diferente do nordeste brasileiro (Salvador-Bahia), indicando um padrão sazonal onde os meses de março e agosto apresentam uma maior frequência de eventos erosivos.

Em continuidade, para Gois (2011), ao longo de um ano de monitoramento, a velocidade do vento variou entre 3,14 m/s e 11,2 m/s. Durante esse período, os ventos predominantes foram principalmente de direção leste-sudeste (E-SE). Nos meses de julho e agosto, foram registradas velocidades máximas acima de 10,0 m/s, com uma média mensal que excedeu 8,8 m/s. Nesse intervalo, os ventos predominantes eram do sudeste (SE) e leste-sudeste (E-SE), com uma ligeira prevalência dos últimos.

Enquanto isso as informações do Projeto MAI (2009), nos meses de dezembro e janeiro, apresentam que durante a estação seca, quando a quantidade de chuva mensal fica abaixo de 100 mm, resultando em uma diminuição na vazão dos rios, é comum a presença de ventos suaves variando de 3,2 m/s a 2,0 m/s, predominantemente vindos do leste-sudeste (E-SE), com ocasionais ventos do leste-nordeste (E-NE).

Para Vasconcelos (2010), ventos mais intensos geram ondas de maior envergadura, impulsionando suas cristas para criar espuma. A elevação das ondas aumenta à medida que:

- a) a velocidade do vento se intensifica;
- b) o vento sopra por um período prolongado;
- c) a extensão na qual o vento percorre a superfície da água se amplia.

2.2.2.4 Sedimentos

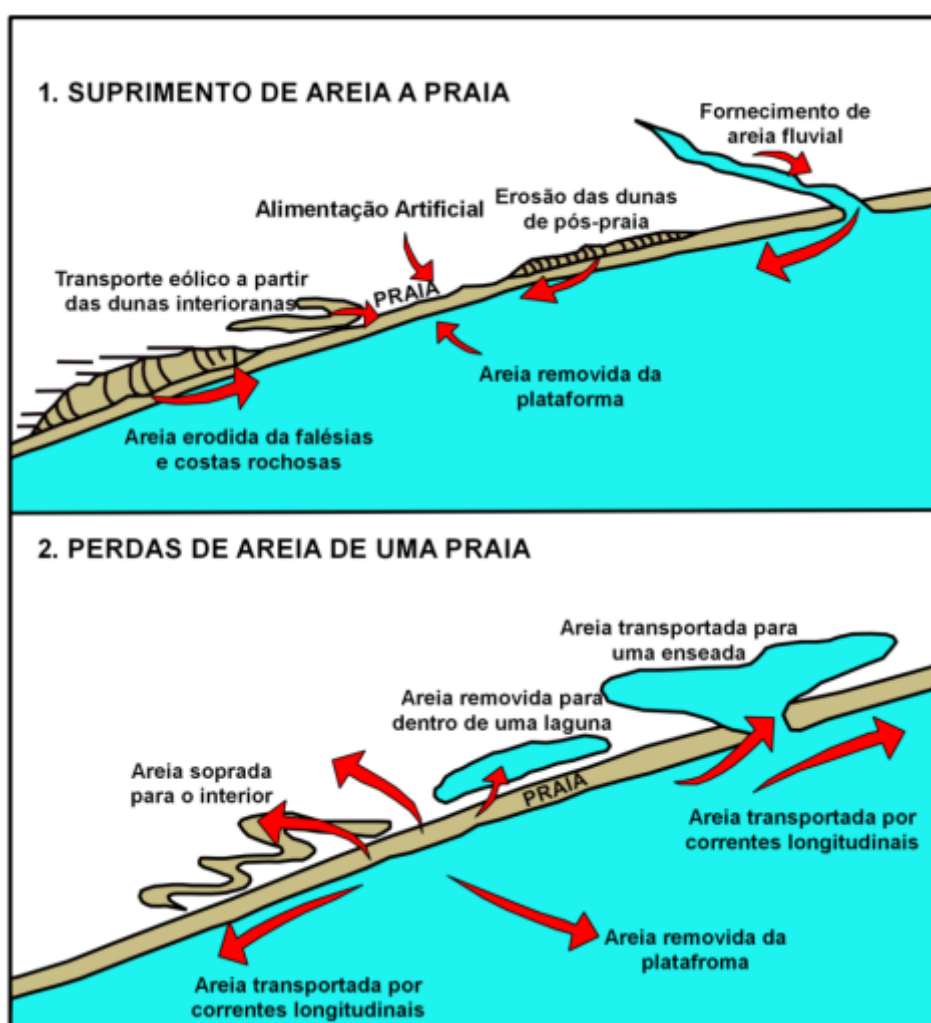
Analisar a sedimentologia de uma área costeira específica, por meio da identificação dos processos de fornecimento de sedimentos, da composição e tamanho dos grãos que constituem a praia e a plataforma continental adjacente, desempenha um papel crucial na compreensão de como a linha costeira se comporta. Esses elementos também desempenham

um papel fundamental na criação de estratégias de restauração das praias, especialmente através da implementação de métodos de aumento artificial de sedimentos.

Entre as modificações resultantes do desequilíbrio nas regiões costeiras, a que tem o maior impacto, abrangendo âmbitos ambientais, sociais e econômicos, é a mudança no equilíbrio de sedimentos (Costa, 2020), especialmente quando a ocorrência de processos erosivos costeiros é detectada. Medir o volume de areia que entra e sai de um trecho específico da costa se tornou uma ferramenta crucial para discernir entre um processo erosivo estabelecido e um estado erosivo temporário (Gois, 2018).

As correntes aquáticas aplicam fricção nos sedimentos presentes na costa, o que resulta em variações espaciais e temporais em seu transporte, levando a transformações na forma e provocando ajustes no fluxo da água. A Figura 1 ilustra como as flutuações nos fornecimentos de sedimentos que ocorrem nas praias são reflexos das mudanças que se desenrolam, conforme apontado por Bird (1985).

Figura 1 - Aporte ou dissipação de sedimentos nas praias



Fonte: Adaptado de (Bird, 1985 *apud* Martins, 1997)

2.2.2.5 Elevação do Nível do Mar

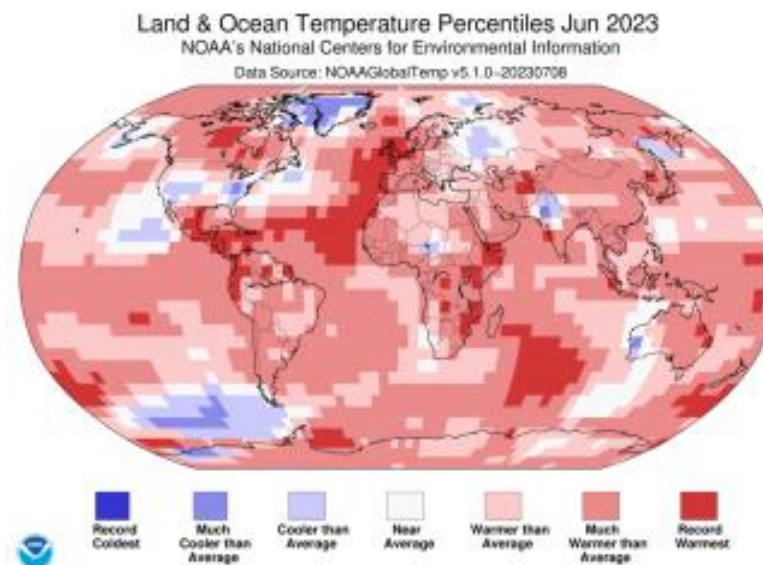
O processo de flutuação da temperatura média da atmosfera terrestre faz parte de um mecanismo que garante a resiliência e a manutenção de um estado estacionário dinâmico. Isso tem sido confirmado ao longo de milhões de anos até o presente por meio de várias investigações paleoclimáticas e climáticas.

O fenômeno do aquecimento global para Vasconcelos (2010), resulta em um aumento no nível dos oceanos de duas maneiras distintas. Primeiramente, provoca a fusão das camadas de gelo continentais e das calotas polares, contribuindo para o acréscimo de água nas bacias oceânicas. Em segundo lugar, as temperaturas mais elevadas causam a expansão da água em uma fração pequena, resultando no aumento do volume (similar ao modo como a expansão térmica faz com que o líquido suba no termômetro). Ambos esses efeitos parecem ter impactos de magnitude semelhante; em outras palavras, cada um deles pode explicar cerca de metade do aumento observado no nível do mar.

O National Centers for Environmental Information, (NCEI, 2023) conjunto de laboratórios associados à agência americana NOAA, anunciou que a terra teve seu junho mais quente já registrado; anomalia da temperatura da superfície do mar em junho foi a mais alta em qualquer mês já registrado, A temperatura da superfície global de junho foi de 1,89 ° F (1,05 ° C) acima da média do século 20 de 59,9 ° F (15,5 ° C), tornando-o o junho mais quente já registrado. Isso marcou a primeira vez que a temperatura de junho excedeu 1,8 ° F (1 ° C) acima da média de longo prazo. Junho de 2023 foi 0,23 ° F (0,13 ° C) mais quente do que o recorde anterior de junho de 2020, mas 0,52 ° F (0,29 ° C) mais frio do que a anomalia de temperatura mensal mais alta de todos os tempos registrada (março de 2016). Junho de 2023 marcou o 47º junho consecutivo e o 532º mês consecutivo com temperaturas pelo menos nominalmente acima da média do século XX.

Pelo terceiro mês consecutivo, a temperatura global da superfície do oceano atingiu um recorde. As condições fracas do El Niño que surgiram em maio continuaram a se fortalecer em junho, quando as temperaturas da superfície do mar acima da média retornaram ao Oceano Pacífico equatorial. Globalmente, junho de 2023 estabeleceu um recorde para a maior anomalia mensal da temperatura da superfície do mar de qualquer mês no recorde de 174 anos da NOAA. O calor de junho não se limitava à superfície do oceano; o hemisfério sul teve seu junho mais quente já registrado e o hemisfério norte empatou em 2019 com seu junho mais quente (Figura 2).

Figura 2 - Temperatura global para o ano de 2023



Fonte: NCEI (2023) - traduzido pelo autor

A variação no nível dos oceanos está intimamente ligada às mudanças climáticas e, de maneira mais imediata, ao fenômeno do aquecimento global. Esse ajuste na quantidade de água presente nos mares provém de maneira mais precisa da expansão causada pelo aumento de temperatura e da adição das águas originadas pela fusão das geleiras.

2.2.3 Causas humanas da erosão costeira

A interação entre a humanidade e o meio ambiente é uma conexão ancestral. Ao procurar aprimorar suas condições de vida e satisfazer suas necessidades essenciais, como a sobrevivência, as pessoas têm constantemente explorado os recursos disponíveis, especialmente o solo, seja para cultivo ou outras formas de ocupação. No entanto, essa intervenção na natureza muitas vezes resulta em consequências que não são necessariamente benéficas quando se trata da regeneração dos recursos.

A expansão da urbanização, além de provocar efeitos adversos em várias áreas litorâneas, coloca em perigo os residentes desse ambiente devido às ramificações que podem surgir de alterações nos processos costeiros e a respectiva modificação da configuração das formas do terreno.

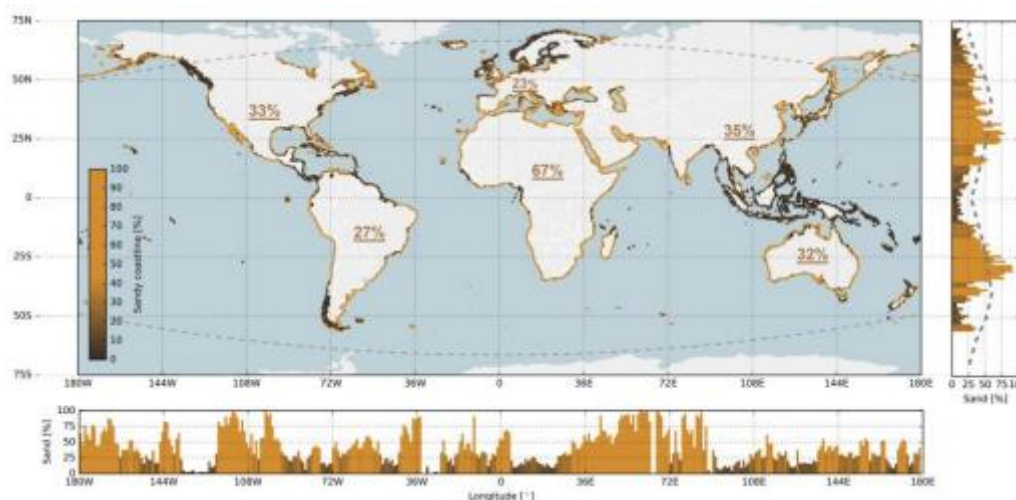
Nos estudos de Koerich (2023), no litoral Catarinense, identificou mediante da cartografia das linhas costeiras que os processos de erosão ao longo da costa podem ser influenciados por fatores humanos. As atividades antropogênicas nas áreas próximas à costa

devem ser conduzidas de maneira responsável para evitar o aumento da fragilidade dessas regiões.

Na ótica do autor supramencionado, a avaliação da urbanização em relação ao tipo de litoral enfatiza a importância de planejar futuras implementações de infraestrutura e obras de engenharia costeira, bem como supervisionar aquelas que estão em andamento. Assim, é fundamental adotar medidas preventivas visando a redução de despesas substanciais decorrentes das ramificações negativas causadas por alterações na zona costeira.

A erosão de praias, causada, sobretudo, pela forte pressão antrópica, ocorre especialmente em praias arenosas expostas (Figura 3). O conhecimento da evolução da linha de costa ganhou grande enfoque em todo o mundo principalmente pela ameaça que o avanço do mar pode causar ao desenvolvimento das atividades realizadas pelo homem nas zonas costeiras.

Figura 3 - Distribuição global de linhas de costa arenosas



Fonte: Lujendijk *et al.* (2018)

Segundo Souza (2009), é observado que as principais origens de impactos humanos na região litoral compreendem a ocupação irregular de espaços públicos, locais de preservação contínua e áreas propensas a riscos geológicos. Além disso, há uma crescente carência na infraestrutura, especialmente em termos de saneamento básico e moradia.

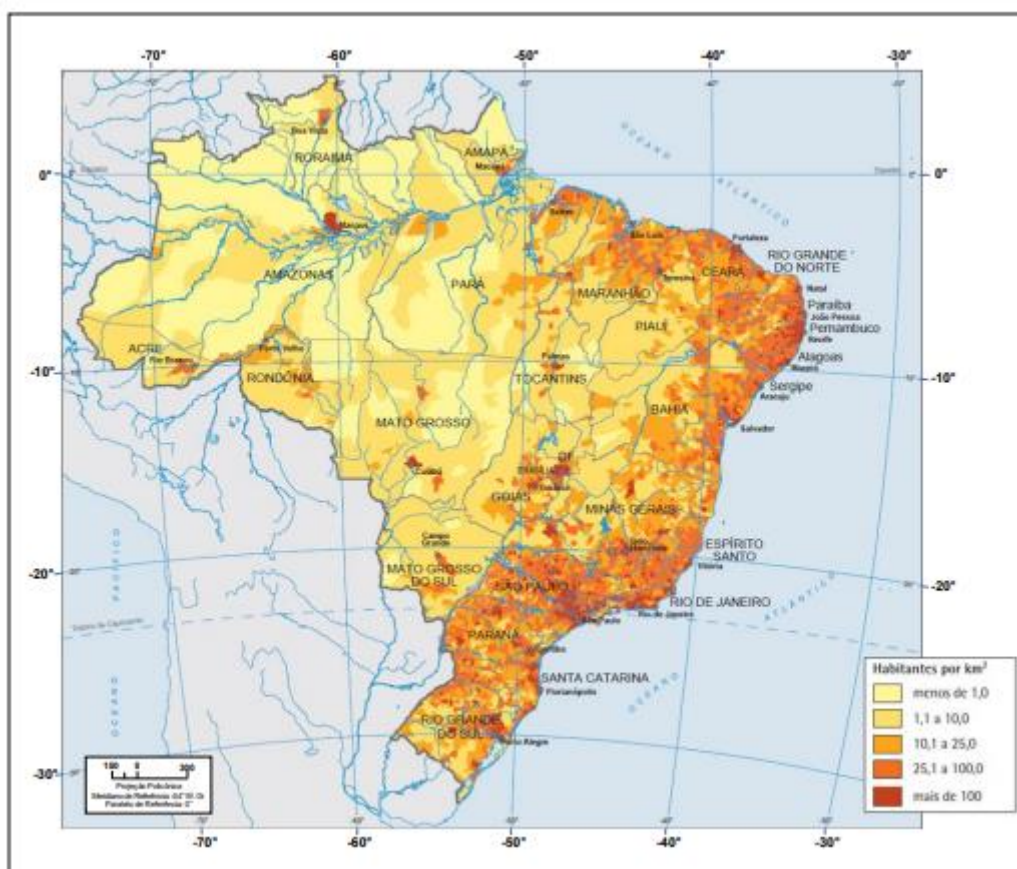
Diversos são os elementos que têm exercido um papel crucial nesse processo erosivo litorâneo. Nos estudos do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2018), em algumas praias da Região Metropolitana do Recife (RMR), a degradação tem sido resultado direto das ações humanas, seja pela ocupação das áreas contíguas à praia (alterando os cordões litorâneos arenosos holocênicos) e até mesmo nas regiões após a praia, como é notório na situação específica da praia de Boa Viagem (principal praia do Recife) e ao longo da costa de Olinda e

Paulista. Além disso, a edificação de estruturas rígidas artificiais para contenção da erosão também é um fator contribuinte, frequentemente implementado sem o adequado embasamento técnico.

No que diz respeito à urbanização, de acordo com Menezes *et al.* (2018), o município de Jaboatão dos Guararapes demonstra uma ocupação urbana considerável, sobretudo em sua região litorânea. Essa ocupação acirra o fenômeno de erosão por meio do deslocamento de partículas de sedimentos nas áreas costeiras, construção de estruturas de contenção como espigões e quebra-mares, impactando de forma direta na intensidade das ondas, ventos e elevação do Nível Médio do Mar (NMM).

Conforme a projeção demográfica realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), a região costeira de Pernambuco abriga aproximadamente 4,2 milhões de indivíduos, equivalente a 44,3% da população total do estado (Figura-4). A densidade populacional média na zona costeira é de cerca de 953,42 habitantes por quilômetro quadrado, representando aproximadamente 10 vezes a densidade demográfica média do estado. Esta população está dispersa em uma área geográfica que abrange cerca de 4,53% do território total de Pernambuco.

Figura 4 - Mapa de densidade demográfica do Brasil



Fonte: Gois (2018)

Como forma de apequenar as consequências advindas do avanço do mar, múltiplas obras de engenharia costeira têm sido colocadas ao longo da costa brasileira. Essa defesa por meio de estruturas litorâneas é conceituada como: um conjunto de ações com o objetivo de resguardar as instalações e propriedades da degradação costeira, bem como dos prejuízos ocasionados pelo avanço das águas do mar (Lima *et al.*, 2021).

De acordo com Lima *et al.* (2021), abaixo estão as obras mais utilizadas:

- aterros: Um conjunto de estratégias que promovem a retenção de partículas de sedimentos na área a ser protegida, resultando em uma praia mais resistente;
- obras longitudinais aderentes: Um grupo de ações voltadas para a salvaguarda de patrimônio próximo à costa, mantendo a posição da linha costeira e absorvendo a energia das ondas de maneira eficaz;
- barreiras de contenção: Um conjunto de medidas que tem como objetivo resguardar as encostas, terrenos e propriedades nas proximidades da costa;

d) quebramar isolado: Um grupo de iniciativas que busca dispersar a energia das ondas em uma região mais distante da costa, simultaneamente fomentando o acúmulo de sedimentos em uma área protegida.

É importante destacar que as intervenções de proteção costeira, em geral, carregam consigo tanto aspectos positivos quanto negativos. O Quadro 2 abaixo ilustra a relação entre as medidas de enrocamento e espigões (Koerich, 2023).

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens das obras costeiras

Obras	Vantagens	Desvantagens
Enrocamentos	1. Bom desempenho hidráulico e dissipação de energia	1. Baixa absorção de energia, alta reflexão das ondas
	2. Custos de construção geralmente mais acessíveis	2. Necessidade de insumos adicionais
	3. Construção fácil e rápida	3. Menos atraentes visualmente
	4. Compatíveis com muros de contenção	4. Menos seguros para uso público
Espigões	1. Eficientes na construção de praias	1. Podem causar erosão local e acreção
	2. Oferecem comodidade e utilidade	2. Exigem fornecimento de sedimentos
	3. Diversidade de materiais de construção	3. Altos custos em certos materiais

Fonte: Koerich (2023)

Em contraposição, de acordo com Vianna, Araújo e Vans (2022), as construções superpostas à faixa litorânea da praia da armação em 2010 foram estabelecidas de forma emergencial, ocasionando a descaracterização das qualidades naturais da praia. Isso dificultou a restauração do ambiente praiano, que se encontra atualmente alterado, com o seu ecossistema afetado, apesar da conservação das propriedades.

Nessa mesma posição, Carvalho *et al.* (2017) afirmam que medidas de engenharia costeira são usadas em grande constância ao longo do bairro de Candeias- Jaboatão dos Guararapes, não obstante, não foram suficientes para sanar as problemáticas presentes no cenário geográfico do município, na medida que serviu apenas como um paliativo que levou a intensificação do processo erosivo.

Segundo Gois *et al.* (2011) e Gois (2018), a escolha por estruturas inadequadas e as várias tentativas de restauração de praias sem a compreensão abrangente dos dados morfológicos e hidrodinâmicos, além de não considerar as características geomorfológicas da área, têm se revelado como elementos decisivos para o fracasso na revitalização das áreas

litorâneas. Além disso, isso frequentemente contribui, em muitos cenários, para a intensificação e/ou transferência dos processos erosivos.

3 IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA EROSÃO COSTEIRA

A erosão costeira pode ser categorizada como uma forma de impacto, uma vez que a alteração dos processos litorâneos pode ser a razão de sua ocorrência. Apesar de ser reconhecida como um fenômeno inerente à natureza, quando causa influência sobre as esferas sociais e econômicas das regiões afetadas, ela adquire a natureza de um impacto ambiental (Koerich, 2023).

A erosão das praias é um impacto negativo e pode ocorrer devido a causas associadas a uma variedade de elementos naturais, bem como a várias ações humanas na área litorânea (Mattos, 2022).

Embora as cidades costeiras tenham enfrentado eventos extremos desde tempos remotos, as alterações climáticas e o crescimento urbano acelerado intensificam seus impactos, resultando em consideráveis danos socioeconômicos e deterioração ambiental (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2016).

Moura *et al.* (2011), salienta que a atividade humana é a principal responsável pelos impactos causados na zona costeira. Em seu estudo na orla de Jaboatão dos Guararapes, foi verificado diversos tipos de impacto, seja devido ao lixo deixado nas praias, ao esgoto pluvial ou à erosão costeira provocada pelas edificações. Adicionalmente, na perspectiva do autor acima mencionado, a edificação de quebra-mares e diques modifica o fluxo das praias e a movimentação de partículas de solo, comprometendo de maneira significativa a aparência da região e, por conseguinte, seu valor financeiro e sociocultural.

Uacane (2014), estudou os impactos ambientais negativos decorrentes da erosão costeira, os principais impactos ambientais encontrados da cidade da Beira, (Moçambique) foram: a) recuo da linha da costa para a zona costeira e, conseqüente alagamento das zonas habitacionais contíguas ao mar; e b) destruição de infraestruturas sociais como casas, vias de comunicação.

A redução da faixa de praia trouxe diversos impactos ambientais, tal como; praias mais estreitas pela erosão e; alteração da topografia da praia. Os impactos associados; são a redução de áreas úteis à ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem, atingindo praticamente toda a zona costeira (Koerich, 2023).

Nessa perspectiva, o Estudo Econômico das Mudanças Climáticas no Brasil (Marcovitch *et al.*, 2010), identificou os principais impactos ocasionados pela erosão costeira, nas zonas litorâneas e principalmente seus efeitos nas áreas urbanizadas (Figura 5).

Figura 5 - Custos e impactos de medidas de adaptação às mudanças climáticas na zona costeira brasileira



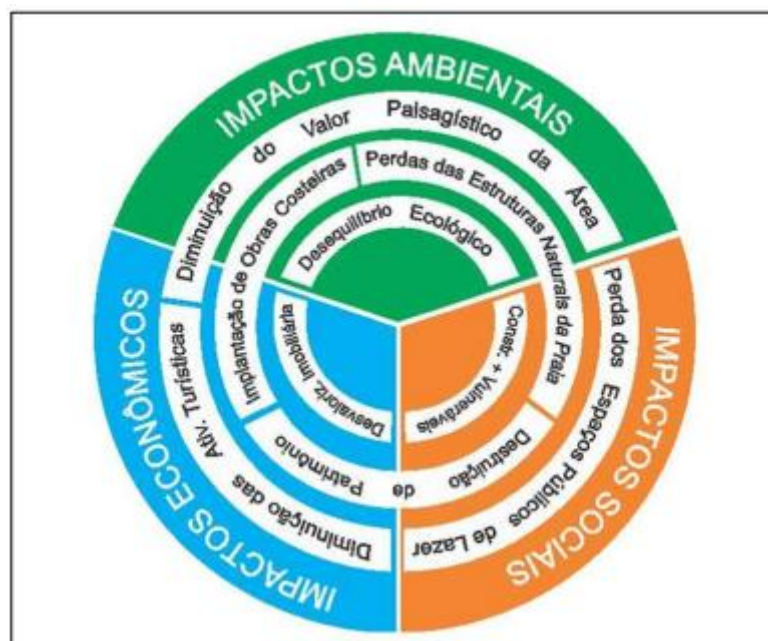
Fonte: Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e oportunidades. Economia do clima (Marcovitch *et al.*, 2010)

Em contrapartida, a erosão costeira pode acarretar diversos impactos não apenas na praia, mas também em diferentes ecossistemas naturais e nas atividades humanas realizadas na região costeira, com destaque para os estudos de (Souza *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2009, p. 20):

a) a redução da face praial, engordamento e erosão ou mesmo o recuo da linha de costa; b) o desaparecimento da zona de pós-praia; c) a perda e o desequilíbrio de habitats naturais, como praias ou alguma de suas zonas, dunas, manguezais, florestas de “restinga”; d) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas (marés meteorológicas) ou eventos de marés de sizígia muito elevados; e) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; f) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa; g) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa; h) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; i) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira.

Na mesma linha de pensamento, Gois *et al.* (2011) delineou as principais repercussões resultantes da erosão costeira, que ocorrem por meio do "desenvolvimento de um ciclo de transformações" nas esferas ambiental, social e econômica (Figura 6). No entanto, de acordo com o autor, esses efeitos, que possuem causas e consequências constantes e interconectadas, somente se manifestam "devido à presença humana na região costeira".

Figura 6 - Ciclo de impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela erosão costeira



Fonte: Gois *et al.*, (2011)

Nesse diapasão, Lins-de-Barros (2005) examinou as repercussões socioeconômicas adversas decorrentes da ausência de planejamento e ordenamento do desenvolvimento urbano na região costeira, enfatizando sobretudo os consideráveis danos financeiros e a desvalorização dos imóveis à beira-mar devido à percepção de risco. Os prejuízos financeiros decorrentes de destruição, desvalorização imobiliária e das obras realizadas totalizaram aproximadamente R\$ 3 milhões.

Por outro lado, Debeus e Ferreira (2013) destacou o procedimento de correlação dos métodos de contenção da erosão costeira e sua conexão com a indústria turística. O autor concebeu abaixo um quadro (Quadro 3) com a compilação das constatações levantadas neste artigo e a ligação inerente entre elas.

Quadro 3 - Quadro comparativo das medidas de intervenção e interferências no turismo

Métodos de contenção	Medidas de intervenção em João Pessoa / Cabedelo	Interferência no turismo	Medidas de intervenção na Costa da Caparica	Interferência no turismo
Pontões/ Gabiões	Gabiões instalados há mais de 15 anos ao longo da costa, muitas vezes sem estudos técnicos	-Positivo pelo acúmulo de areia; -Interferência negativa na continuidade da faixa de areia na praia; - Falta de manutenção com perdas significativas pela questão estética, de eficiência da medida e segurança	Pontões instalados sistematicamente na costa desde 1959	- Aumento do acúmulo de areia em determinados pontos da praia; - Aumento da erosão costeira no ponto seguinte da praia
Muro de arrimo	Instalado em toda a costa da área de estudo. Trata-se de muro baixo praticamente no mesmo nível da rua (mas acima da linha de praia)	- Tornaram-se atrativo para a atividade turística devido a possibilidade de utilização para prática de esportes, instalação de bares e restaurantes; - Em alguns trechos são obstáculos de acesso à praia, obrigando a utilização de escadas.	Instalado em parte da praia um muro bastante elevado entra a linha de praia e estacionamento.	Grande área para pratica de esportes e instalação de equipamentos de turismo
Quebra mar	Existe um projeto, mas não foi instalado	Pode alterar a qualidade da balneabilidade da praia na medida que muda o padrão de ondas	Não consta	-

Proteção da Falésia	Projeto para construção de estrutura de proteção	Terá impacto positivo por se tratar de um atrativo turístico importante para a cidade que hoje encontra-se com limite de visitação devido aos riscos de acidentes decorrentes da erosão da falésia	Não consta	-
Dunas Artificiais	Não consta	-	Realizado em alguns momentos com resultados paliativos	Por ser uma medida sazonal e que não mostra efeitos de longo prazo, gera um impacto negativo no turismo pelo tempo que “interdita” a praia e custos elevados
Enchimento de areia nas Praias	Existe um projeto com resultados inviáveis para a região	As possibilidades de resultados negativos são grandes, uma vez que as praias ficam interditadas por um tempo e os resultados são de curto prazo	Realizado praticamente anualmente até 2010	Como o processo deve ser realizado todo verão, a interdição da praia gera um impacto negativo maior que o positivo do enchimento
Participação da população	Pouca e desorganizada	Impacto negativo gerado pela falta de gestão e eventuais ações isoladas tomada pelos moradores e comerciantes	Pouca	Não foram avaliados dados das participações populares no caso da Costa da Caparica para esta avaliação

Legislação para ordenamento do solo	Dependente da legislação federal e dos planos diretores	Positivo na medida que melhora a qualidade das praias ambientes recifais	Contemplado no PDM de Almada	Positivo para a atividade turística por aumentar a capacidade de resiliência dos ambientes
Atividades relacionadas	-Pesca; -1ª moradia; - Comércio; -Transporte e Logística (Porto de Cabedelo); - Educação e pesquisa (recifes de corais)	De um modo geral, as atividades relacionadas às zonas costeiras na área são positivas para a atividade turística	Pesca 1ª moradia	Requer mais estudo, mas aparentemente apresenta boa relação com a atividade turística
Destruição de equipamentos turísticos	- Bares; - Restaurantes; - Calçada de Lazer (parte da avenida)	Negativo pela perda patrimonial, imagem de “abandono” da área e sensação de perigo gerada nos turistas	- Restaurantes; - Parque de Campismo	Negativo pela perda patrimonial

Fonte: Debeus e Ferreira. (2013).

As análises das várias medidas implementadas no quadro acima revelam que não é viável realizar qualquer intervenção sem uma avaliação minuciosa de múltiplos elementos. O efeito que essas ações podem ter na indústria do turismo pode ser diverso, no entanto, mediante um planejamento adequado, é factível converter os perigos e fragilidades associados à erosão costeira em possibilidades para impulsionar o setor turístico (Debeus; Ferreira, 2013).

Nessa ótica, a criação de estruturas arquitetônicas e empreendimentos de contenção visando resguardar as regiões edificadas, tem demonstrado ser uma empreitada economicamente inviável. Tanto os detentores das propriedades quanto a administração municipal alocam uma porção dos ganhos na tentativa de resolver questões relacionadas à degradação costeira, a qual afeta as construções realizadas em locais inapropriados.

Somando a isso, de acordo com a visão de Lima *et al.* (2021, p. 64), as ramificações da erosão costeira são predominantemente analisadas sob a perspectiva:

[...] Material (danos em infraestruturas costeiras, perda de território, etc.), pois não é comum o relato de vítimas entre as pessoas afetadas. No entanto, abordar os valores económicos de todos os fatores (social, patrimonial e ambiental) que possam ser afetados pela erosão não é uma tarefa consensual, devido às diferentes perspectivas e

interesses. Habitantes locais, turistas, pescadores, desportistas, proprietários de bares e restaurantes, etc.

A qualidade de vida dos residentes costeiros está sendo impactada negativamente, e o potencial de crescimento econômico futuro das comunidades locais também está sendo colocado em risco. O litoral e as zonas próximas da costa estão sofrendo pressões provocadas pela atividade humana. Para abordar essa questão, Silvestri (2018) concebeu um modelo teórico inovador que explica como as questões ambientais podem afetar a demanda dos turistas por destinos ao longo da costa, resultando em maior erosão costeira.

Nesse modelo, foi analisado que a erosão costeira está prejudicando não apenas a aparência física das áreas costeiras, mas também está afetando o valor turístico desses locais. Isso significa que mesmo quando a erosão não é tão drástica, as consequências podem ser bastante significativas para a economia local e para a experiência dos turistas. Isso ressalta a importância de considerar não apenas a extensão da costa afetada, mas também o impacto potencial nas atividades turísticas e na economia como um todo (Silvestri, 2018).

3.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Há múltiplos conceitos disponíveis a respeito do que pode ser considerado impacto ambiental, os quais se diferenciam, em alguns casos, pela abrangência. A definição de impacto ambiental pode ser distinguida de acordo com aquilo que se define como meio ambiente. Esta compreensão encontra-se bem disseminada na literatura, merecendo destaque as definições a seguir, que consideram impacto ambiental como: [...] uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ou desfavorável ao ecossistema ou à sociedade humana. (Tommasi, 1994, p. 19).

O impacto ambiental ocorre quando ações ou atividades humanas alteram o meio ambiente. Hoje em dia, estamos vendo mudanças significativas na Terra e as pessoas estão repensando a maneira como interagem com a natureza. Essa conscientização está levando a novas formas de pensar, comportamentos diferentes e a necessidade de tomar medidas para proteger melhor nosso ambiente (Sánchez, 2020).

Nesse sentido, é importante mencionar a definição fornecida pela Resolução CONAMA nº 01/1986, no seu art. 1º:

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I- a

saúde, a segurança e o bem-estar da população; II- as atividades sociais e econômicas; 13 III- a biota; IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V- a qualidade dos recursos ambientais.

Segundo (Goldani, 2006, p. 9) existem 13 tipos de impacto:

1. Impacto positivo ou benéfico – quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (ex.: deslocamento de uma população residente em palafitas para uma nova área adequadamente localizada e urbanizada);
2. Impacto negativo ou adverso – quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (ex.: lançamento de esgotos não tratados em um lago);
3. Impacto direto – resultante de uma simples relação de causa e efeito (ex.: perda de diversidade biológica pela derrubada de uma floresta);
4. Impacto indireto – resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações (ex.: formação de chuvas ácidas);
5. Impacto local – quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações (ex.: mineração);
6. Impacto regional – quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação (ex.: abertura de uma rodovia);
7. Impacto estratégico – quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou nacional (ex.: implantação de projetos de irrigação em áreas como o Nordeste brasileiro);
8. Impacto imediato – quando o efeito surge no instante em que se dá a ação (ex.: mortandade de peixes devido ao lançamento de produtos tóxicos);
9. Impacto a médio ou longo prazo – quando o impacto se manifesta certo tempo após a ação (ex.: bioacumulação de contaminantes);
10. Impacto temporário – quando seus efeitos têm duração determinada (ex.: vazamento de óleo no mar);
11. Impacto permanente – quando uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido (ex.: derrubada de um manguezal);
12. Impacto cíclico – quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados (ex.: anoxia devido à estratificação da coluna da água no verão e reaeração devido à mistura vertical no inverno, num corpo hídrico costeiro que recebe esgotos municipais);
13. Impacto reversível – quando o fator ou parâmetro afetado, cessada a ação, retorna às suas condições originais (ex.: poluição do ar pela queima de pneus).

De modo geral, os conceitos de impacto ambiental podem evidenciar uma tendência a que sejam considerados apenas os aspectos negativos, numa primeira análise. Contudo, Tommasi (1994) defende que o impacto ambiental deve ser verificado como uma alteração que pode ser benéfica ou maléfica ao ambiente em estudo, não se restringindo somente ao lançamento de poluentes. Além disso, observa-se nos ditames da Resolução CONAMA 01/86, discriminada em seu artigo 6º:

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas”: II. Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo

prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

Nos anos 80, as leis ambientais no Brasil foram influenciadas por movimentos mundiais que surgiram nas décadas anteriores, impulsionados pelo crescimento econômico pós-guerra e preocupações com ameaças nucleares, além do aumento populacional e da pressão sobre os recursos naturais.

Em 1981, no Brasil, começaram a pensar no impacto que as atividades industriais e de construção poderiam ter no ambiente. Antes disso, as empresas simplesmente faziam seus projetos e começavam a trabalhar, sem se importar muito com o estrago que poderiam causar na água, nas florestas, nos animais, no ar, na terra e nas comunidades da cidade e do campo.

Nos anos 80, as leis ambientais no Brasil foram influenciadas por movimentos mundiais que surgiram nas décadas anteriores, impulsionados pelo crescimento econômico pós-guerra e preocupações com ameaças nucleares, além do aumento populacional e da pressão sobre os recursos naturais.

De acordo com a legislação ambiental do Brasil, a avaliação dos impactos no meio ambiente é composta por dois documentos: (1) um estudo técnico inicial que identifica os possíveis danos ambientais gerados por um empreendimento, chamado de Estudo de Impacto Ambiental (EIA); e (2) uma síntese clara dos resultados do EIA para o público, denominada Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). O EIA analisa os riscos de degradação ambiental, fornecendo informações técnicas para cada componente estudado, sendo mais direcionado a especialistas. Por outro lado, o RIMA utiliza uma linguagem acessível e simples para divulgar os estudos técnicos e explicar aos afetados os impactos ambientais e sociais resultantes da implementação de projetos de grande porte, tanto públicos quanto privados.

4 METODOLOGIA

Utilizou-se neste trabalho uma análise qualitativa. Se enquadra no uso de técnica de pesquisa de campo com aplicação de observação direta intensiva, aplicação de métodos de observação para coleta de dados qualitativos. Os procedimentos adotados para a produção deste trabalho de pesquisa desenvolveram-se em três etapas:

A primeira etapa utilizou-se da técnica de documentação indireta, com pesquisa de documentos e bibliografias. Buscou-se identificar e caracterizar a área de estudo por meio de trabalhos que se relacionam com a temática de erosão marinha nas praias de Jaboatão dos Guararapes-PE e seus impactos ambientais negativos. Estas informações foram, em seguida, relacionadas com dados geológicos, geográficos e de engenharia costeira, bem como de relatórios e projetos desenvolvidos para a área selecionada.

Na segunda etapa, utilizou-se como instrumento de observação visitas técnicas na área de estudo, visando à visualização e identificação dos impactos se deu por meio da aplicação do método de Tommasi (1994) e assegurados nos conceitos de Sánchez (2020). Durante a investigação na área, foram identificados os principais Impactos Ambientais Negativos e classificados por meio do levantamento de dados para preenchimento da matriz de Impactos Ambientais.

Adicionalmente, foi realizado um levantamento dos pontos críticos para a execução do mapeamento, destacando os problemas ambientais identificados. Para realizar o mapeamento dos impactos ambientais, utilizou-se o software QGIS 3.22 LTR. Esta ferramenta permitiu a visualização geoespacial dos dados coletados, facilitando a análise detalhada dos problemas ambientais e a identificação das áreas mais afetadas pela erosão costeira.

Na terceira etapa, com base nas leituras dos textos e na identificação/classificação dos impactos ambientais encontrados, foram estabelecidas correlações com os impactos ambientais derivados da erosão costeira e seus efeitos nas três praias em estudo.

A observação da área ocorreu de março de 2019, quando se iniciaram os trabalhos de pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), até janeiro de 2024, quando esta dissertação foi concluída, considerando as diferentes condições ambientais, como clima, ventos, marés, entre outras. Utilizou-se as observações realizadas no TCC como base para dar continuidade neste estudo de mestrado, permitindo uma análise mais aprofundada e uma compreensão mais ampla das questões investigadas. Além disso, foi realizada a comparação dos dados coletados nas visitas técnicas com os dados de outros trabalhos apresentados por institutos de pesquisa da região estudada, a fim de obter maior confiabilidade nos resultados.

Essa abordagem integrada entre os dados do TCC e as novas análises desenvolvidas neste mestrado contribuiu significativamente para o enriquecimento do estudo e para a obtenção de conclusões mais sólidas.

Para a realização das observações, inicialmente foi analisada a área a partir de imagens de satélite, para dimensão total da área e, em seguida foram feitas incursões em campo e selecionadas áreas representativas, sendo essas potencialmente impactadas pela erosão costeira. As praias foram selecionadas a partir da dinâmica espacial que cada setor apresenta, além disso, esses setores foram divididos para identificar os impactos com mais facilidade na longa linha de costa de Jaboatão dos Guararapes.

4.1 TABELA DE CLASSIFICAÇÃO

A matriz de meios impactados apresentou detalhes dos impactos ambientais negativos identificados nas praias de Jaboatão dos Guararapes. Estes detalhes incluem o tipo de incidência, seja direta ou indireta; a duração do impacto, classificada como permanente ou temporária; a magnitude do impacto, que pode ser alta, baixa ou moderada; a abrangência do impacto, categorizada como pontual, local ou regional; e a reversibilidade, distinguindo se o impacto é reversível ou irreversível. Esta tabela foi adaptada do trabalho de Tommasi (1994) para melhor atender às características dos impactos na área de pesquisa. A avaliação dos impactos ambientais negativos foi realizada de acordo com os parâmetros mencionados a seguir, levando em consideração a situação observada durante cada visita de campo à área de estudo. A seguir, serão detalhados os procedimentos de classificação seguidos por Tommasi (1994):

- a) aspectos ambientais: diversos componentes ou características do ambiente que podem ser influenciados ou afetados por ações humanas (Sánchez, 2020);
- b) identificação dos impactos ambientais: a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas (Brasil, 1986);
- c) caracterização dos impactos ambientais: incidência direta ou indireta; natureza negativa já que o trabalho está em busca dos impactos negativos;
- d) avaliação dos impactos ambientais: duração Permanente (possibilidade de ocorrer um determinado evento desde o início até o término das atividades) e temporária (possibilidade de ocorrer um evento por um determinado período);

- e) valoração dos impactos ambientais: baixa apresenta baixo grau de valoração; moderado médio grau de valoração, alta possui alto grau valoração;
- f) reversibilidade: reversível O meio impactado retorna a uma dada situação de equilíbrio, semelhante àquela anterior à ocorrência dos impactos; Irreversível O meio se mantém impactado apesar da adoção de ações de controle dos aspectos ambientais e/ou de mitigação dos próprios impactos;
- g) abrangência: pontual alteração se reflete, apenas, na área diretamente afetada pelo impacto. Local alteração se reflete na área de influência direta dos impactos ocasionados pela erosão marinha, regional alteração se reflete na área de influência indireta do impacto ambiental negativo.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS TRÊS PRAIAS EM ESTUDO

A metodologia do trabalho adotou o conceito de Sánchez (2020) sobre a identificação dos impactos ambientais como base. Esse conceito destaca a importância de os analistas entenderem rapidamente o contexto ambiental do agente causador, utilizando consultas bibliográficas e fotografias. Para uma identificação precisa dos impactos, é essencial compreender completamente o projeto, suas obras, operações e atividades relacionadas (Sánchez, 2020). A equipe responsável pelo estudo ambiental deve considerar tanto os impactos confirmados quanto aqueles com incertezas sobre sua ocorrência, conforme delineado por Sánchez (2020).

No trabalho, também seguiu o conceito de Sánchez (2020), quando ele aborda o uso de um tipo diferente de matriz. Esta matriz não enfoca as relações entre ações e elementos ou processos ambientais, mas sim as relações diretas entre as causas (aspectos ambientais) e as consequências (impactos). Ao invés de ser organizada como uma lista de ações e uma lista de elementos ou processos, permitindo assim a identificação dos impactos causados por cada aspecto ambiental. Essa abordagem requer um entendimento prévio das interações entre ação causadora e o meio ambiente. Essa mesma lógica foi aplicada na tabela de classificação e identificação dos impactos, substituindo as ações por aspectos ambientais para melhor compreensão das relações entre as causas e consequências e a que mais se aproximou com o livro de Sánchez (2020) foi a matriz de Tommasi (1994).

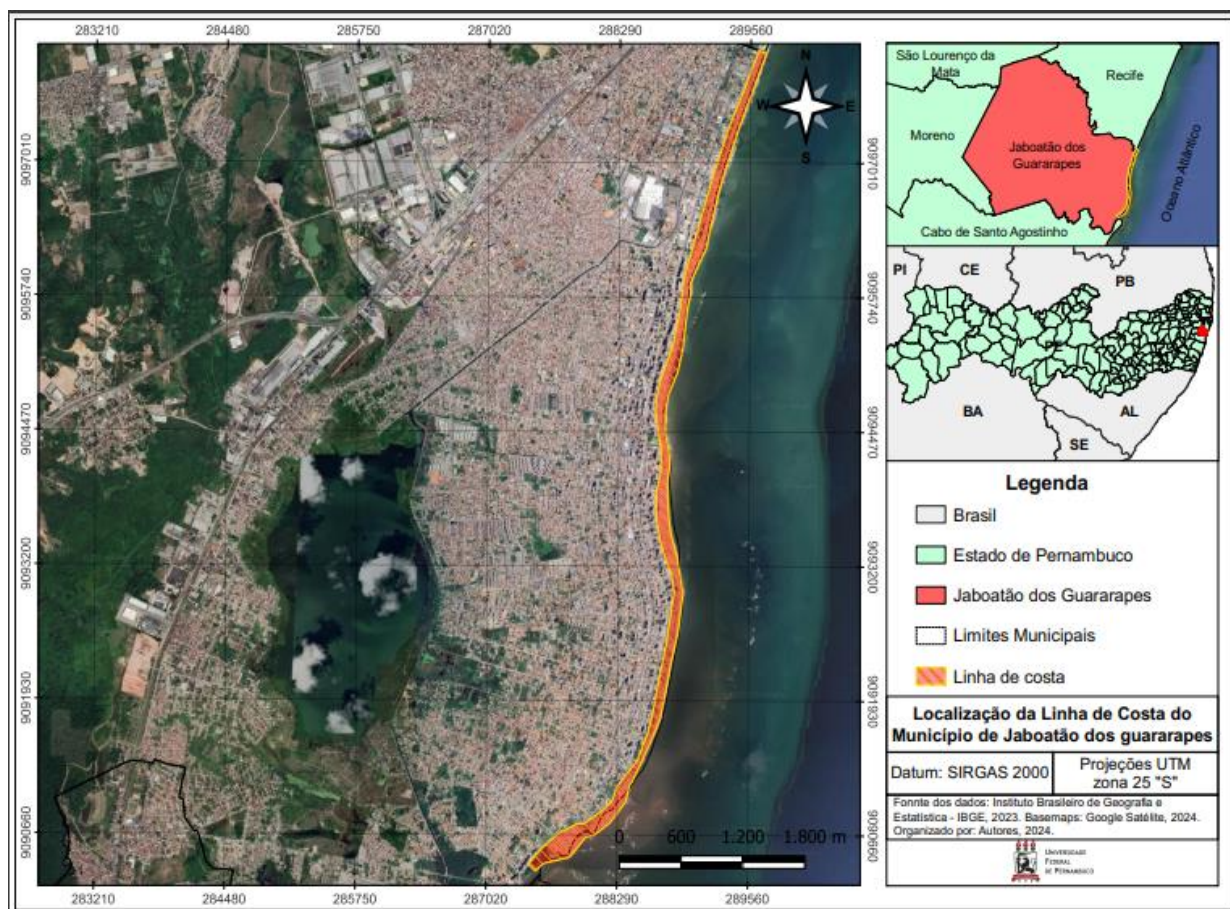
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS EM ESTUDO

A área de pesquisa engloba as praias situadas no município de Jaboatão dos Guararapes, localizado ao longo da costa de Pernambuco, entre as coordenadas Norte de 9096856 m N, 9098390 m N, 9090226 m N e 9088499 m N e Leste de 294728 m E, 289794 m E, 287426 m E 291520 m E, e faz parte da Região Metropolitana de Recife (RMR). O Mapa 1 ilustra a localização do estado de Pernambuco (Nordeste), correlacionando com a área de estudo. Esta área é caracterizada por três praias – praia de Piedade, Candeias e Barra de Jangada – que totalizam cerca de 8 km de extensão.

Quanto às praias em estudo, são três ao todo:

- a) Barra de Jangada: Com uma extensão de aproximadamente 400 metros, esta praia apresenta uma costa quebrada e é considerada adequada para banho. Localizada entre as praias de Candeias, ao norte, e do Paiva, no Cabo de Santo Agostinho, ao sul, suas águas são pouco profundas, com ondas de intensidade moderada. Na Barra de Jangada, encontra-se também a Ilha do Amor, uma praia com vegetação preservada próxima à costa, conectada à Praia do Paiva por uma faixa de terra;
- b) Candeias: Esta praia tem cerca de 3 quilômetros de extensão, com trechos de costa quebrada e ondulada. Situada entre as praias de Piedade ao norte e Barra de Jangada ao sul, é considerada uma das praias mais bonitas da cidade. Seu calçadão é bem localizado, com áreas para esportes e lazer, e há vários restaurantes ao redor;
- c) Piedade: Com aproximadamente 4,5 quilômetros de costa quebrada, esta praia fica entre Boa Viagem, ao norte, e Candeias, ao sul. Apresenta ondas de densidade moderada, com ocorrência de erosão em algumas áreas. É a praia mais frequentada da cidade nos fins de semana, e ao longo de sua orla estão localizados os melhores hotéis, boates, bares e restaurantes da região. Recentes notícias divulgaram que a orla de Piedade passará por grandes reformas.

Mapa 1 - Traçando os Limites da área de estudo: Mapa de Localização da Linha Costeira de Jaboatão dos Guararapes- PE



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

4.3.1 Clima

Jaboatão dos Guararapes está situado numa região de transição entre os climas As', da classificação de Köppen (1900), com temperaturas médias entre 32° C de máxima e 18° C de mínima. A precipitação média anual corresponde a 1.720 mm, com maior quantidade entre maio e agosto, caracterizando o período chuvoso (INMET, 2009). Já nos meses de outubro a março o volume diminui drasticamente, caracterizando o período seco, com setembro e abril os meses de transição entre os períodos diferentes (Tabela 1).

Os relevantes sistemas atmosféricos que operam na cidade são os distúrbios ondulatórios de leste, que junto com a brisa marítima alteram a maior parte da quantidade de chuva da estação chuvosa. A intervenção da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os ventos úmidos dos alísios de sudeste, com início na alta pressão semipermanente do Atlântico Sul traz consideráveis volumes de chuva, especialmente nos meses de abril e maio. Em meio ao verão, vórtices ciclônicos de altos níveis e nuvens convectivas são incumbidas por pancadas

de chuva, muitas vezes convectivas, configuração típica do período seco, porém de abundância mensal diminuída, em função do comportamento efêmero desse sistema (CPRM, 1997, p. 21).

Esses sistemas atmosféricos, em especial a ZCIT e os ventos alísios, desempenham um papel relevante no processo de erosão costeira nas praias de Jaboatão dos Guararapes, uma vez que as intensas chuvas e a ação dos ventos fortes contribuem para a remoção de sedimentos e o avanço da erosão nas áreas litorâneas, especialmente durante o período chuvoso, intensificando os impactos ambientais na região.

Tabela 1 - Precipitação total mensal dos anos de 1974 a 2018

Meses	PRECIPITAÇÃO (mm)						
	1974	1981	1997	2013	2015	2016	2018
Janeiro	210,1	195,5	30,6	95,7	65,4	124	153,6
Fevereiro	174,5	134,2	158,6	47,7	56,2	70	146,2
Março	323,5	153,9	224,4	98,8	341,2	268,7	120,6
Abril	285,3	107,4	362,7	229	74,6	292,4	484
Maio	454,6	219,9	466,3	316,9	178,9	478,9	231,6
Junho	299,6	231	182,2	491,4	460,5	148,5	143
Julho	252,6	135	205,4	416,4	446,3	110,3	135,3
Agosto	76,1	107,8	130,1	225,3	116	57,5	98,4
Setembro	121,3	113,6	20,5	146	35,1	57,4	58,5
Outubro	14,8	27,5	15,5	129,2	16,6	14,1	22,8
Novembro	15,2	45,6	43	76,5	30,6	17,8	37,8
Dezembro	86,3	181,9	71,8	177,3	91,8	68	74,5

Fonte: Costa, 2020.

Costa (2020) examinou os padrões de chuva em Jaboatão dos Guararapes em uma análise mensal e anual, cobrindo os anos de 1974, 1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018, abrangendo um período de 45 anos (conforme indicado na Tabela 1). A pesquisa utilizou a média mensal de precipitação para cada mês ao longo do período de estudo. Para uma compreensão mais clara, foram calculadas médias anuais somando as precipitações totais de cada mês em cada ano. Os dados na Tabela 12 mostram os valores totais de precipitação mensal em milímetros para cada ano investigado.

De acordo com os dados fornecidos na tabela, durante os anos analisados, houve uma diminuição nas precipitações totais mensais nos anos de 2015 e 2016. Essa redução foi observada especialmente em determinados meses específicos. No ano de 2015, as maiores quantidades de chuva foram registradas em junho (460,5 mm) e julho (446,3 mm), enquanto em 2016, o mês de maior precipitação foi maio (478,9 mm). Estes períodos correspondem à estação chuvosa.

4.3.2 Geomorfologia

A geomorfologia de Jaboatão é completamente distinta, em razão do seu tamanho é encontrado três variedades de relevos, o primeiro na parte litorânea, onde as planícies costeiras englobam três variedades que são: a) a planície lagunar; b) planície aluvial; e c) as áreas de mangue ou planícies de maré. E o segundo relevo são os terraços marinhos, com altitudes que chegam a 2m ou 8m, constituídos de granulação média, areias quartzosas brancas e não muito selecionada (Suguio, 1988). Por último as regiões de altas altitudes podendo chegar a 60 metros, concebidas por rochas cristalinas cobertas por sedimentos Tércio-quaternários da Formação Barreiras e sedimentos cretáceos da Formação Cabo (França, 2015, p. 25).

4.3.3 Solos

São encontradas ao longo dos limites do município seis unidades de solos, que são: Latossolo vermelho Amarelo Distrófico, Podzólico Vermelho Amarelo, Podzol hidromórfico, Solos Aluviais, Areias Quartzosas Marinhas e Solos indiscriminados de Mangues (CPRM, 1996, p. 29). Consoante Mabesoone *et al.* (1964), no litoral de Jaboatão dos Guararapes há três categorias de solo: 1) Podzols – Apresenta horizonte “A” espesso, arenoso e com transporte de matéria orgânica; 2) Areias Quartzosas – Solo profundos que apresentam horizontes A e C; e 3) Algumas classes de solo específicos de planícies costeiras, Gley solos indiscriminados, solos de mangue, solos orgânicos, solos aluviais, e também areias quartzosas marinhas e Podzols.

4.3.4 Vegetação

A cobertura vegetal do município em estudo é identificada em sua grande parte territorial pela agricultura, com destaque à cana-de-açúcar e agricultura de subsistência concebida por moradores da zona rural do município, esta última encontrada em pequenas manchas em meio ao canavial.

Além disso, é importante focalizar que a cobertura vegetal nativa está localizada em poucas áreas, em razão do desmatamento da mata atlântica e do crescimento desordenado do município. Existem também essas categorias pelos tipos de vegetação conhecidos como: capoeira, capoeirinha, densa, capoeirinha rala, vegetação arbustiva, vegetação hidrófila e vegetação de manguezal (CPRM, 1997, p. 29). Conforme Borba (1999), em Barra de Jangada, o bairro vizinho a Candeias e que possui condições geomorfológicas e vegetal similar, são

encontradas as formações litorâneas, os quais abarcam as florestas perenifólias de Restinga, manguezais, as formações de praia e os campos de várzea.

4.3.5 Hidrografia

Os rios Rio Jaboatão têm como principais afluentes os rios Duas Unas, Zumbi, Palmeiras e Muribequinha. Já o Rio Tejipió corta o município em uma pequena extensão, sem ganhar deságue de nenhum afluente. No município há múltiplos açudes e uma barragem, com função de abastecer a população.

Na bacia do rio Jaboatão, há uma área que é drenada pela lagoa Olho d'Água, um sistema de lagunas que abrange 3,70 km². Esta lagoa está conectada aos canais de Setúbal, ao norte, e Olho d'Água, ao sul, recebendo água do rio Jaboatão como sua principal fonte de abastecimento.

Para Menezes *et al.* (2018), a desembocadura do Rio Jaboatão experimenta eventos de grande energia devido às condições meteorológicas, resultando em um aumento significativo na quantidade de sedimentos transportados. Isso afeta diretamente a área da praia, que representa apenas 3,7% da região, sem qualquer presença de estruturas costeiras construídas ou recifes naturais para proteção, resultando em uma exposição considerável às ondas nessa área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE: UM ENFOQUE METODOLÓGICO DE TOMMASI (1994)

O capítulo que se inicia tem como objetivo classificar os aspectos e impactos ambientais na região costeira estudada. Para isso, será adotada uma abordagem estruturada, baseada em parâmetros específicos para a classificação dos impactos, conforme descrito na metodologia (Tommasi, 1994).

Por conseguinte, será realizada uma análise detalhada da frequência e intensidade dos impactos ao longo do tempo, visando compreender a evolução desses eventos e suas consequências para o ambiente costeiro.

Por outro lado, uma parte significativa deste capítulo será dedicada à classificação dos impactos como diretos e indiretos, levando em conta suas origens e as diferentes formas de manifestação. Além disso, será avaliada a temporalidade dos impactos, distinguindo entre aqueles de duração temporária e permanente, com base na persistência e na possibilidade de reversão.

A magnitude dos impactos também será cuidadosamente mensurada, considerando sua extensão e gravidade em relação aos diferentes aspectos ambientais afetados.

A abrangência dos impactos será delimitada geograficamente, identificando os locais específicos afetados e discutindo a extensão das suas consequências, que podem variar de pontual a regional, de acordo com o alcance dos efeitos observados.

Por fim, será avaliada a reversibilidade dos impactos, considerando a possibilidade de retorno à condição anterior dos sistemas costeiros afetados. Serão identificados os fatores que influenciam essa reversibilidade e discutidas as consequências a longo prazo para os ecossistemas costeiros, especialmente aqueles impactos considerados irreversíveis.

É fundamental ressaltar que todos os impactos abordados serão de natureza negativa.

O aspecto ambiental das inundações (Tabela 2), trouxe consigo múltiplos impactos na biota costeira, afetando diretamente o ecossistema costeiro e suas interfaces. Estes impactos foram caracterizados pela sua natureza predominantemente negativa, refletindo uma alta magnitude que se estendeu tanto aos ecossistemas estuarinos quanto marítimos, além da zona costeira. A abrangência desses impactos foi observada de forma pontual, concentrando-se em alguns pontos específicos do litoral estudado, principalmente nas praias de Barra de Jangada e

Candeias, especificamente em alguns pontos próximos à desembocadura da foz conjunta dos Rios Jaboatão-Pirapama. Estas inundações foram ocasionadas pela ausência de macrodrenagem, avanço do mar e altas pluviosidades, contribuindo assim para a complexidade e diversidade dos efeitos observados na biota costeira. Portanto, esses impactos têm uma duração temporária, uma vez que a existência desse aspecto e seus impactos ambientais se dão a partir da ausência de uma estrutura de drenagem.

Tabela 2 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios biológico nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade

Meio impactado	Aspectos ambientais	Impactos Ambientais	Incidência	Natureza	Duração	Magnitude	Abrangência	Reversibilidade
Impactos na biota	Inundação	Contaminação do solo, mar e bacia hidrográfica. Morte de animais marinhos. Ausência do espaço praial	D	N	T	A	Rg	Ir
Impactos na biota	Sedimentação	Assoreamento dos rios, Desequilíbrio do habitat aquático e estuarino, aumento da erosão costeira	D	N	Pm	A	Rg	Ir
Impactos na biota	Supressão da flora costeira	Aumento da erosão costeira, desequilíbrio ecológico, perda dos habitats costeiros	D/ I	N	T/ Pm	B	Pt	Ir/ Rv
Impactos na biota	Fauna marinha (métodos de contenção)	Alteração das comunidades faunísticas, mortalidade de animais marinhos	D/ I	N	T	B	Pt	Ir

D: Direta; I: Indireta; P: Positivo; N: Negativo; Pm: Permanente; T: Temporário; B: Baixa; M: Moderada; A: Alta; Rv: Reversível; Ir: Irreversível; Pt: Pontual; L: Local; Rg: Regional.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2024) – modificada de Tommasi (1994)

Já a sedimentação, que é o aspecto principal, pois é a partir do balanço sedimentar - o qual se refere à troca de sedimentos entre a costa e o mar, influenciada por processos naturais como erosão, transporte e deposição - que ocorre toda modificação na linha de costa (BIRD, 1985). Dessa forma, sua incidência envolve diretamente toda a linha de costa, sua natureza de impacto é negativa, e seus impactos são permanentes, tendo em vista que o processo acima citado é natural e contínuo ao longo do tempo. Sua magnitude de impacto é considerada alta,

pois afeta todos os setores ambientais. Além disso, seus impactos prevalecem em toda costa de Jaboatão dos Guararapes, sendo considerado de abrangência regional. Por fim, seus impactos são irreversíveis devido à alteração permanente na configuração da linha de costa e nos ecossistemas costeiros, resultante da sedimentação acumulada ao longo do tempo.

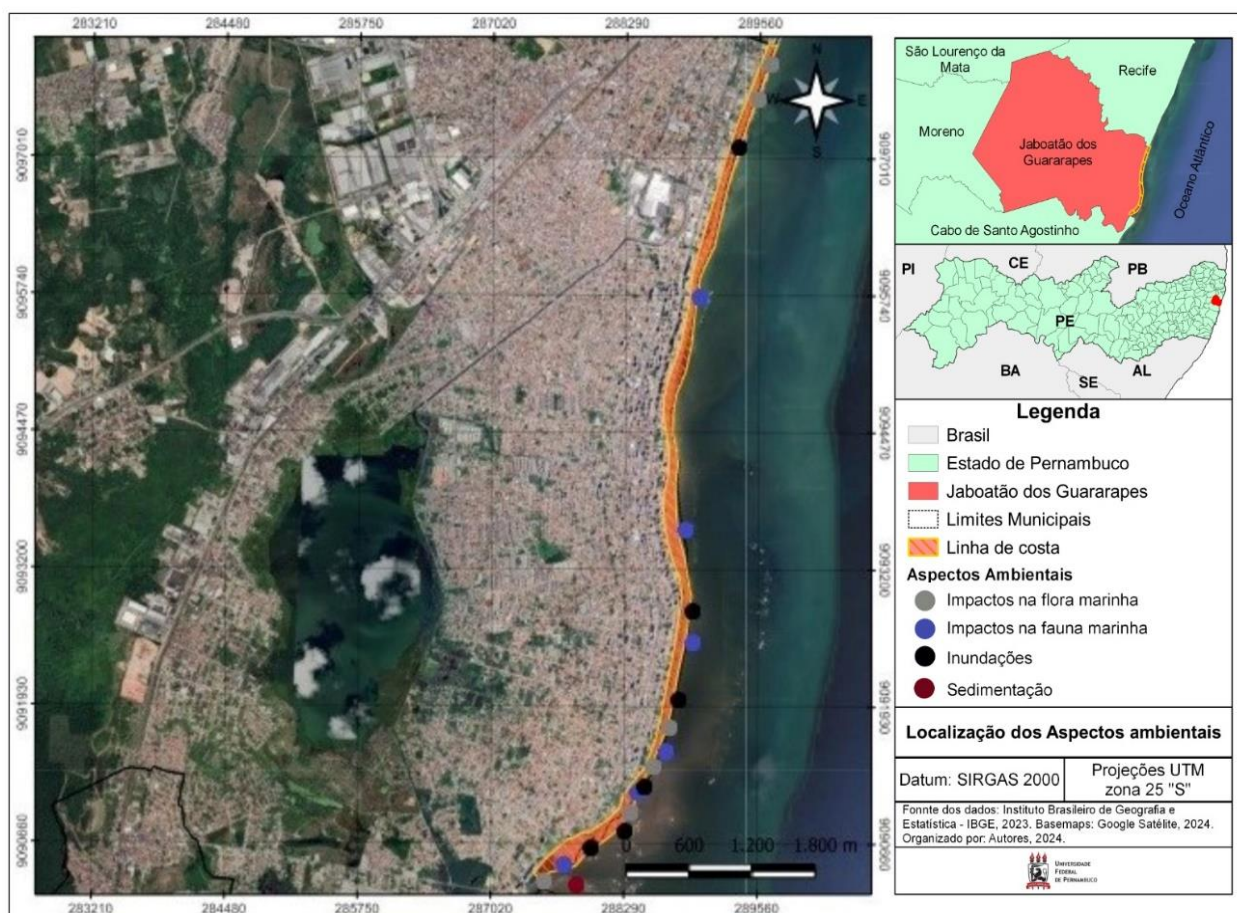
O aspecto ambiental supressão da flora costeira, ocasionará impactos diretos e indiretos, à proporção que os impactos ambientais identificados serão ocasionados tanto pela ausência de uma vegetação, que consequentemente potencializará o avanço do mar que trará outros impactos não correlacionados a esse aspecto em voga. De natureza negativa os impactos observados, terá sua duração temporária até o reflorestamento da vegetação no ambiente costeiro, quanto permanente até que não esteja crescido as vegetações originais. A magnitude desse impacto foi considerada baixa em razão da sua abrangência que foi em alguns pontos das três praias em estudo. Por outro lado, a reversibilidade dos impactos abordados, serão irreversíveis e reversíveis, até o reflorestamento e adaptação da vegetação e fauna.

Por fim, o aspecto ambiental referente à fauna marinha e à potencialização dos impactos ambientais provenientes da má instalação dos métodos de contenção da erosão costeira foram analisados. Observou-se que pontos com gabiões e enrocamento, especialmente na praia de Candeias e Piedade, nas proximidades do SESC-Piedade, são locais onde esses métodos estão instalados. Através da vivência e pesquisa, foram constatadas várias mortes de tartarugas nessas áreas. Portanto, a abrangência desses impactos é considerada pontual, caracterizando-se por ter impactos irreversíveis e uma magnitude de impacto baixa, uma vez que tais consequências ocorrem somente nas proximidades dessas instalações antropogênicas. Além disso, a natureza desses impactos é temporária, visto que eles só ocorrem devido a essas instalações, e são indiretos/ diretos, pois afetam proporções que ultrapassam o ecossistema local.

5.1 ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS NA BIOTA

A inundação foi identificada (Mapa 2) nas proximidades da Rua Manoel Menelau, no bairro de Candeias. Essa situação é agravada pelas tempestades e pela atuação conjunta do Rio Jaboatão e das marés, tornando essa área uma das mais afetadas. Além disso, o sistema de drenagem da cidade é insuficiente, resultando no transbordamento de esgoto para essa região. Outra  rea impactada é a Praia de Barra de Jangada, nas proximidades do Bar Sem Nome, onde a ausência de um sistema de drenagem adequado contribui para as inundações.

Mapa 2 - Localização dos aspectos ambientais na biota



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

Outras regiões da zona costeira também apresentam esse problema, sendo que, em alguns pontos, a ausência de um sistema de drenagem eficiente é o principal fator condicionante, independentemente da proximidade com a foz do rio. Por exemplo, no final da orla de Jaboatão, próximo à Praia de Boa Viagem, são observados pontos críticos com características distintas.

Além disso, os impactos na fauna marinha foram significativos, com a pesquisa revelando a morte de tartarugas marinhas e outros animais devido à erosão costeira. Em áreas onde há métodos de contenção, foram encontradas tartarugas marinhas, provavelmente mortas por ficarem presas nesses locais. Exemplos disso incluem a foz do Rio Jaboatão, onde há grandes espigões, e áreas próximas ao Lar Espírita Chico Xavier e ao Sesc Piedade.

A área da foz conjunta do Rio Jaboatão-Pirapama foi a única que apresentou aspectos de sedimentação significativos. Este fenômeno é fundamental para o balanço sedimentar da área de estudo. A sedimentação ocorre devido ao transporte de sedimentos pelo rio, que ao atingir a foz, onde a velocidade da água diminui, deposita os sedimentos. Este processo é essencial para a formação e manutenção de praias e outras formas costeiras. A sedimentação na foz atua como uma fonte de material que pode contribuir para a mitigação da erosão em outras partes da linha costeira, compensando parcialmente a perda de sedimentos em áreas adjacentes.

A flora marinha é significativamente impactada pela erosão costeira, especialmente em áreas onde o espaço praial está reduzido ou inexistente, contribuindo para o avanço do mar. As áreas próximas à foz do Rio Jaboatão, onde o avanço do mar é mais evidente, e regiões com maior quantidade de estruturas de contenção, que impedem o crescimento de vegetação, são particularmente afetadas. A vegetação costeira, incluindo manguezais e dunas vegetadas, desempenha um papel crucial na estabilização da linha costeira e na proteção contra a erosão. A perda dessas áreas vegetadas não só exacerba a erosão, mas também reduz a biodiversidade local e compromete os habitats de várias espécies marinhas.

O aspecto ambiental identificado na Tabela 3, como resíduo sólido é ocasionado pelo mau despejo da população local e frequentadores das praias em estudo. Isso tem consequências diretas no ambiente marinho quando o avanço do mar encontra os resíduos localizados na faixa litorânea, afetando também os moradores. A duração dos impactos ambientais é temporária até que ocorra a limpeza e conscientização dos moradores em relação ao descarte correto. A magnitude é moderada, uma vez que essas consequências só se manifestam em alguns de forma regional, e com poucas quantidades de resíduos nas praias em estudo. No entanto, seus impactos são irreversíveis, pois causam perdas como a morte de animais e a contaminação de toda a biota marinha.

Tabela 3 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios sociais nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade

Meio Impactado	Aspectos ambientais	Impactos Ambientais	Incidência	Natureza	Duração	Magnitude	Abrangência	Reversibilidade
Impactos sociais	Resíduos sólidos	Contaminação por resíduos sólidos no ecossistema costeiro. Impacto visual. Morte de animais	D	N	T	M	Rg	Ir
Impactos sociais	População em deslocamento	Problemas sociais. Econômicos Bem-estar das comunidades. Degradação das áreas costeiras. Vulnerabilidade costeira.	D	N	Pm	M	P	Ir
Impactos sociais	Logística da região	Infraestrutura urbana. Falta de espaço praial. Qualidade de vida dos moradores	D/I	N	T	A	P	Ir
Impactos sociais	Prejuízos à infraestrutura	Danos às estruturas locais. Repercussões socioeconômicas adversas.	D	N	Pm	A	Rg	Rv
Impactos sociais	Lazer dos moradores	Qualidade de vida. Saúde. Consequências nos pontos turísticos e recreativos.	D	N	T	M	P	Rv
Impactos sociais	Alterações na paisagem costeira	Perca da beleza natural.	D	N	Pm	B	Rg	Ir

D: Direta; I: Indireta; P: Positivo; N: Negativo; Pm: Permanente; T: Temporário; B: Baixa; M: Moderada; A: Alta; Rv: Reversível; Ir: Irreversível; P: Pontual; L: Local; Rg: Regional.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2024) – modificada de Tommasi (1994)

Outro aspecto ambiental importante é a migração de pessoas, que afetará diretamente algumas áreas da zona costeira de Jaboatão dos Guararapes, especialmente locais onde o mar já está invadindo a linha costeira, em particular nas proximidades da confluência dos rios Jaboatão-Pirapama, próximos aos limites dos bairros de Candeias e Barra de Jangada. Nessas regiões, já se observa a destruição de algumas residências ou a alta probabilidade de avanço do mar. A duração desse fenômeno será permanente, pois os moradores afetados pela erosão costeira não terão como retornar. Sua magnitude será moderada devido à limitada extensão das áreas afetadas e à quantidade de pessoas impactadas. Sua abrangência será localizada em alguns

pontos específicos, e seus efeitos serão irreversíveis devido à dificuldade dos moradores e da linha costeira em recuperar seu estado anterior.

A logística das praias em análise está sendo severamente afetada, resultando em vários pontos de praias inacessíveis, impactando diretamente e indiretamente os moradores e visitantes que utilizam as vias locais ou frequentam as praias. Temporariamente, esses impactos persistirão até que medidas de contenção ou obras de requalificação sejam implementadas nessas praias em estudo. A intensidade do impacto pode ser considerada alta, uma vez que as vias afetadas incluem importantes rotas que ligam as principais praias do estado, as quais serão interditadas durante os momentos de maior avanço do mar. A abrangência dos impactos será pontuais, especialmente nas praias de Barra de Jangada e Candeias, nas proximidades dos limites desses bairros e do estuário. Uma via importante que possivelmente será afetada é a PE-009 (Avenida Presidente Castelo Branco), próxima ao Bar sem nome. Os impactos abordados serão reversíveis com a resolução dos problemas enfrentados.

A erosão costeira acarretará outro aspecto ambiental importante, que são os prejuízos às infraestruturas. Diretamente, a zona costeira e seus elementos estruturais serão impactados, e esses efeitos serão permanentes, pois as estruturas não poderão ser recuperadas e voltar à sua condição anterior. Além disso, a natureza também será prejudicada nesse ambiente degradado. A magnitude desses impactos pode ser considerada alta devido aos prejuízos econômicos causados pelas perdas materiais e pela desvalorização imobiliária na região afetada. Nesse contexto, o impacto é regional, uma vez que uma praia atingida no município afeta todo o valor imobiliário das praias. Os impactos podem ser irreversíveis para os moradores, proprietários de infraestruturas e para a prefeitura.

Outro aspecto fundamental que vem gerando impactos nas praias em estudo é o lazer dos moradores. Os impactos gerados atingirão diretamente os moradores e frequentadores, pois quando a erosão costeira chegar a esses pontos de lazer, os espaços de praia que antes eram frequentados por pessoas se divertindo serão tomados pelo mar. Esse fenômeno terá uma duração temporária até que sejam construídos outros pontos de lazer ou até que medidas de contenção da erosão sejam implementadas e a praia seja recuperada para o uso público. A magnitude desse impacto será temporária, uma vez que apenas alguns pontos específicos serão atingidos.

Entre os pontos de lazer afetados, destacam-se as áreas de recreação na praia de Candeias, como os quiosques e áreas de descanso, e os espaços de lazer ao longo da orla de Barra de Jangada, incluindo as áreas de piquenique e as quadras de esportes de praia. Esses locais podem ser recuperados e reconstruídos, tornando seus impactos reversíveis. Observou-

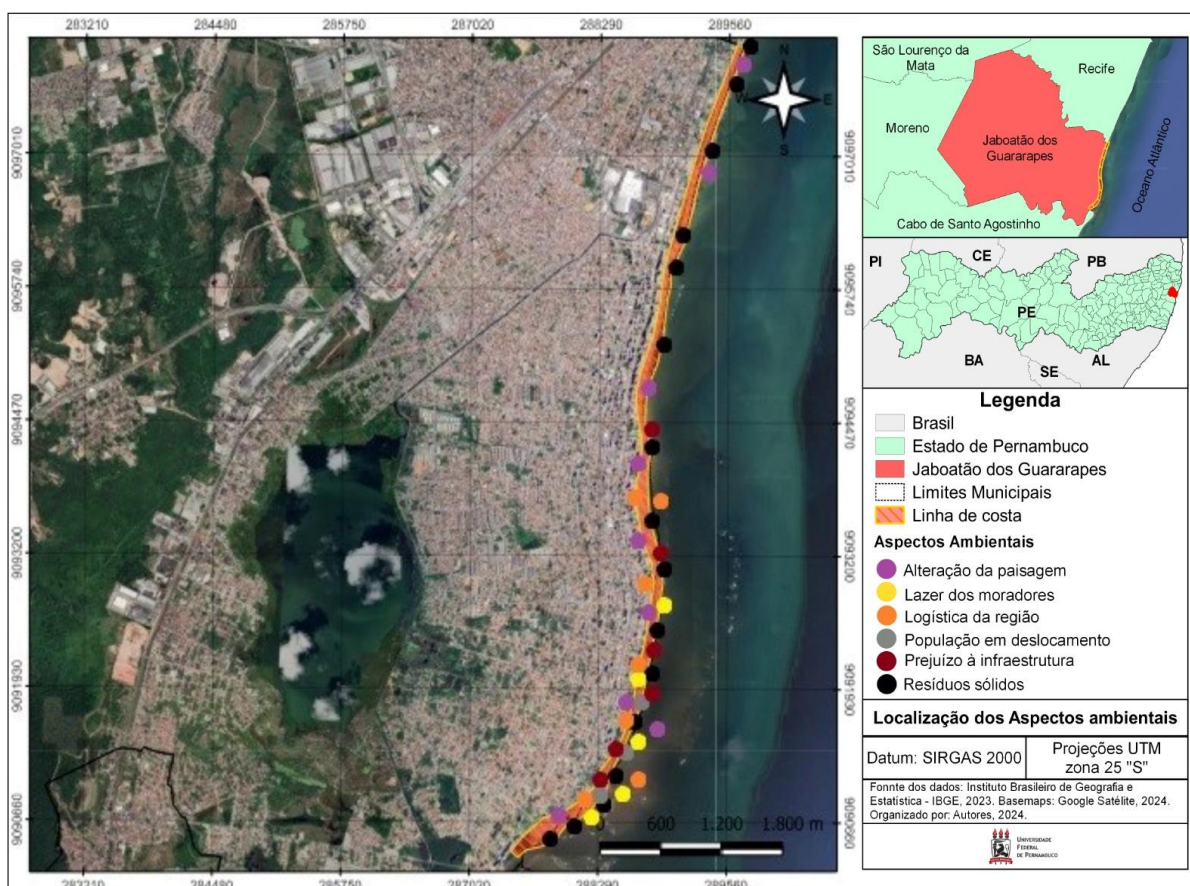
se que a erosão já tomou conta da orla em alguns pontos próximos às praias de Candeias e Barra de Jangada, o que evidencia a urgência de medidas para mitigar os impactos do avanço do mar nessas áreas de lazer costeiras.

A alteração na paisagem costeira trouxe impactos diretos na linha de costa em estudo, resultando na modificação significativa da sua beleza natural. Esses impactos serão permanentes, uma vez que as alterações serão irreversíveis, impossibilitando a restauração da paisagem costeira à sua condição original. A magnitude desse impacto é considerada baixa devido à sua limitada extensão e à intensidade relativa das mudanças na paisagem, em comparação com outros eventos ou fenômenos mais drásticos. Esses impactos serão regionais, afetando uma grande parte da praia em estudo, com alterações perceptíveis ao longo de uma extensão considerável da linha costeira. A paisagem alterada poderá incluir mudanças na topografia, na vegetação costeira, na distribuição de sedimentos e na dinâmica das praias, contribuindo para uma transformação geral da área estudada.

5.2 ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS SOCIAIS

A alteração da paisagem costeira (Mapa 3) em Jaboatão dos Guararapes é um fenômeno que se relaciona diretamente com a erosão costeira e seus impactos ambientais. A erosão costeira, acelerada por atividades humanas, resulta na modificação da paisagem natural das praias, afetando negativamente a qualidade ambiental e a economia local. Algumas praias da região apresentam características de degradação devido à proximidade de métodos de contenção, como espigões e muros, que muitas vezes descaracterizam a praia. Além disso, a presença de esgotos, lixo acumulado e casas destruídas acentua os impactos ambientais, todos relacionados, direta ou indiretamente, à erosão costeira.

Mapa 3 - Localização dos aspectos ambientais sociais



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

As áreas mais críticas estão relacionadas ao aspecto de lazer dos moradores, onde não há nenhum espaço praial desde o final da Praia de Barra de Jangada, na Rua Olímpio José da Cunha, até a Rua Manoel Menelau. Nesses locais, encontram-se os principais pontos críticos

dos impactos relacionados à erosão costeira. Adicionalmente, essas áreas sofrem com o deslocamento das pessoas da região, que também está associado aos problemas destacados. Nas proximidades da foz e até a Rua Manoel Menelau, foram encontradas casas abandonadas e vulneráveis à erosão costeira, evidenciando o impacto socioeconômico e a deterioração do ambiente urbano.

Exemplos notáveis dessa descaracterização da paisagem podem ser observados nas proximidades do Sesc Piedade, onde vários métodos de contenção foram implementados. Esta situação é igualmente evidente nos limites dos bairros de Barra de Jangada e Candeias, especificamente na área entre o Motel Monza e o Centro Espírita. A combinação desses fatores demonstra como a erosão costeira pode levar a uma degradação significativa da paisagem, afetando não apenas o ambiente natural, mas também a qualidade de vida dos moradores e a economia local. Assim, a gestão integrada e sustentável é essencial para mitigar esses impactos e preservar a qualidade das praias de Jaboatão dos Guararapes.

Nos meios econômicos observados na Tabela 4, a região será amplamente afetada pela economia local, de forma direta, todos os impactos ambientais serão impactados, devido aos principais setores como o turismo e os serviços oferecidos na orla costeira que serão afetados. Isso resultará em uma duração temporária até que os problemas abordados sejam revertidos, e a normalidade seja restaurada. A magnitude do impacto será alta, uma vez que muitas pessoas ficarão desempregadas devido ao avanço do mar, levando a uma série de consequências socioeconômicas negativas, como perda de renda e qualidade de vida. Além disso, a abrangência do impacto será regional, afetando áreas que já estão enfrentando sérios problemas relacionados ao avanço do mar, especialmente nas proximidades dos limites dos bairros de Candeias e Barra de Jangada. Pontos adicionais estão vulneráveis a esta problemática, o que amplifica os impactos irreversíveis que podem ocorrer, resultando em mudanças permanentes no ambiente e na economia local.

Tabela 4 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios econômicos nas Praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade

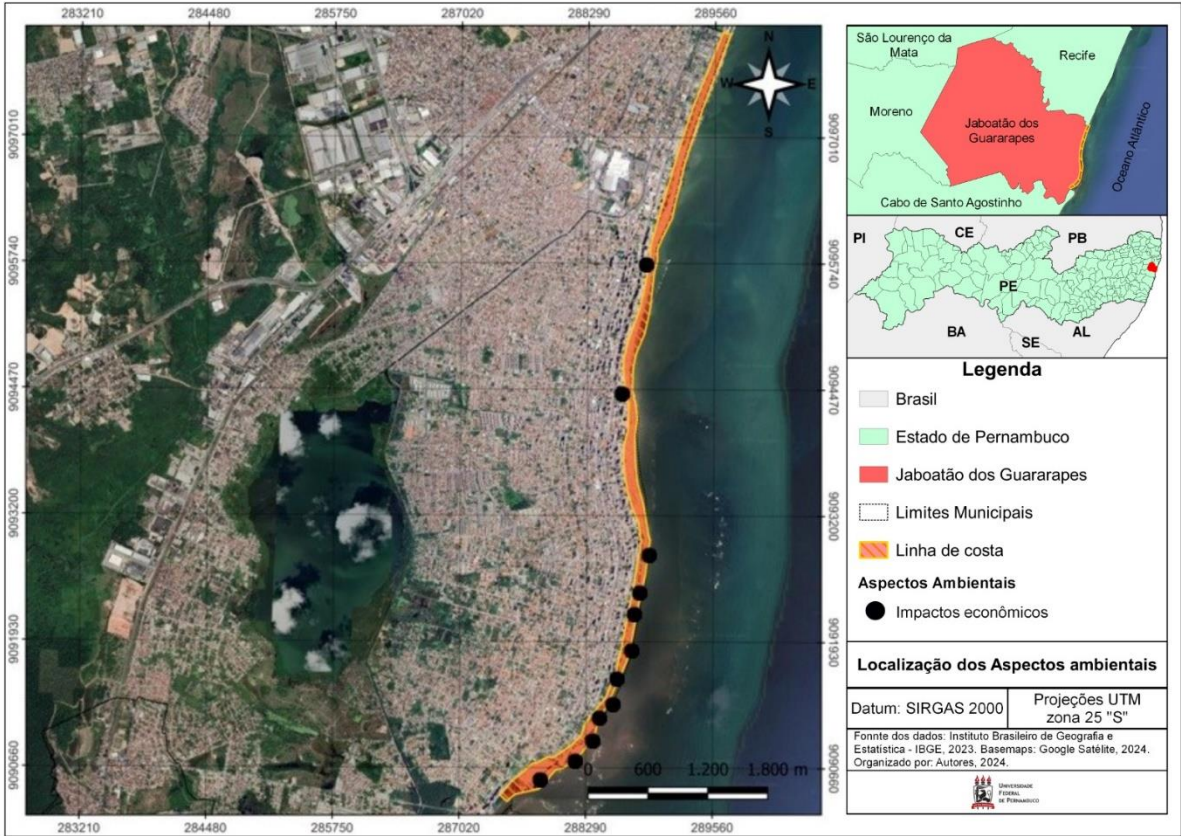
Meio Impactado	Aspectos ambientais	Impactos Ambientais	Incidência	Natureza	Duração	Magnitude	Abrangência	Reversibilidade
Impactos econômicos	Economia da região	Sector de serviços. Gastos com reparos. Ameaça ao setor turístico. Crise socioeconômica nas praias da região.	D	N	T	A	Rg	Ir
Impactos econômicos	Ameaça aos empregos	Subsistência dos moradores. Consequências nas pescas. Ausência de empregos.	D/I	N	T	A	Rg	Ir

D: Direta; I: Indireta; P: Positivo; N: Negativo; Pm: Permanente; T: Temporário; B: Baixa; M: Moderada; A: Alta; Rv: Reversível; Ir: Irreversível; P: Pontual; L: Local; Rg: Regional.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2024) – modificada de Tommasi (1994)

5.3 ESPACIALIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS ECONÔMICOS

Mapa 4 - Localização dos aspectos ambientais econômicos



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

A erosão costeira tem causado impactos ambientais e econômicos significativos (Mapa 4) em Jaboatão dos Guararapes, afetando diretamente as moradias dos moradores locais, a infraestrutura da orla e o turismo. Esses impactos estão interconectados e se manifestam de maneira mais intensa em áreas específicas das praias.

Um exemplo notável é a região que se estende desde o final da Praia de Barra de Jangada até a Rua Manoel Menelau, onde os impactos ambientais são massivos. Nessa área, a erosão tem contribuído para a deterioração das residências e da infraestrutura costeira, resultando em altos custos de manutenção e recuperação. Além disso, a redução das áreas de praia utilizáveis tem afetado negativamente o turismo, uma vez que turistas e moradores locais têm menos espaço para recreação e lazer.

A situação é exacerbada nas proximidades da Praia da Igrejinha de Piedade. Nesta área, além dos impactos ambientais comuns, existe a preocupação adicional com a segurança devido aos frequentes ataques de tubarões, que levaram à proibição do banho de mar. Como consequência, vários estabelecimentos comerciais foram fechados, agravando ainda mais os problemas econômicos locais.

Assim, é possível observar uma correlação direta entre a intensidade dos impactos ambientais e os prejuízos econômicos. Áreas que sofrem mais com a erosão e outros fatores ambientais adversos tendem a registrar maiores perdas econômicas, seja na forma de danos materiais, perda de receita turística ou custos com infraestrutura.

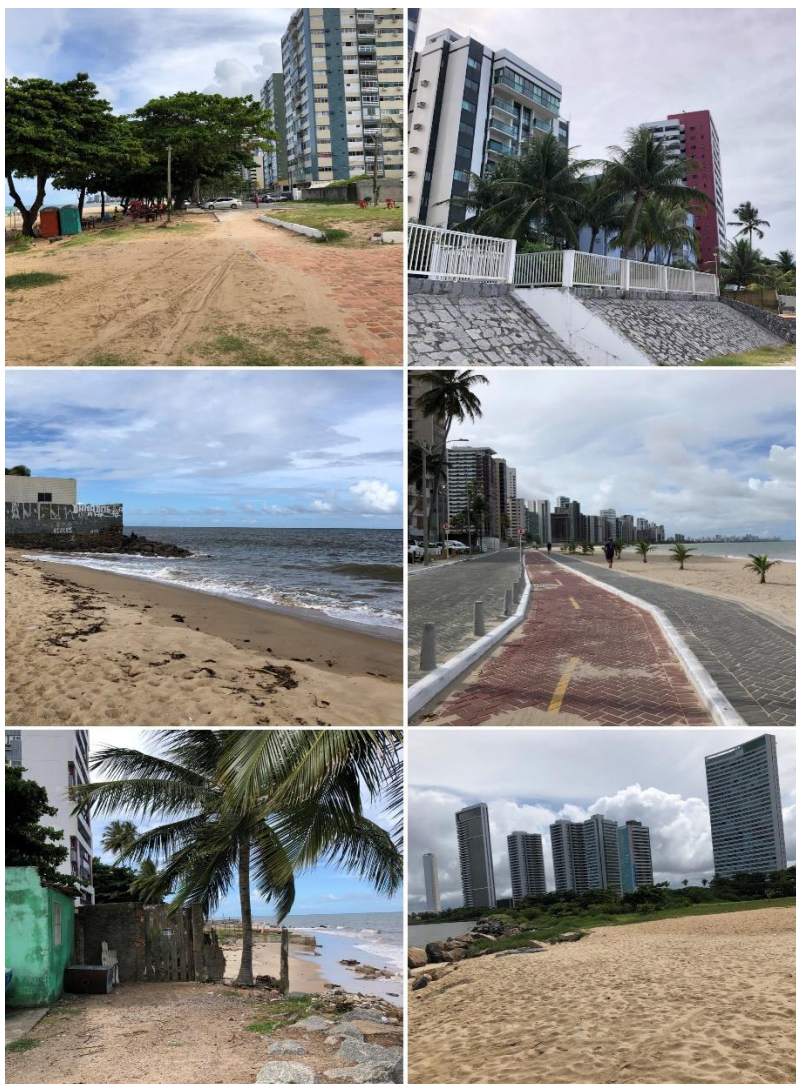
Para mitigar esses impactos, é necessário um planejamento costeiro integrado que considere medidas de engenharia costeira, políticas de uso e ocupação do solo e programas de educação ambiental para a comunidade local. Somente com uma abordagem abrangente será possível reduzir os danos e promover a recuperação sustentável das áreas afetadas.

6 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E SEUS EFEITOS

6.1 IMPACTOS SOCIAIS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO, E EVOLUÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE.

É importante considerar que, devido à sua localização costeira, Jaboatão dos Guararapes enfrenta desafios importantes relacionados à erosão do litoral. A falta de ordenamento urbano e o uso inadequado do solo apenas agravam os impactos ambientais, especialmente ao longo das áreas costeiras.

Figura 7 - Ondas de Mudança: O encontro entre prédios e mar em Jaboatão dos Guararapes-PE. Uma dança entre urbanização e erosão costeira, revelando a interação constante entre a cidade e a natureza.



Fonte: Elaboração do próprio autor (2023)

A Figura 7 identifica o entrelaço entre o Progresso Urbano e a Luta Costeira: O horizonte de Jaboatão dos Guararapes testemunha a dualidade entre o desenvolvimento arquitetônico e a imparável dança do mar, revelando a complexa narrativa da urbanização frente ao desafio constante da erosão costeira. Uma sinfonia visual que ressoa entre o avanço metropolitano e a natureza implacável, delineando a interação entre o homem e seu ambiente marinho em constante transformação.

Nessa perspectiva, Camões e Uacane (2020) definiram a erosão costeira como um movimento imprevisível da linha costeira em direção ao continente. Proveniente de uma carga de densidade demográfica expressiva ao longo da costa, essa condição é indesejável, pois pode ter sérias consequências. No contexto específico de Jaboatão dos Guararapes, que abriga uma população de 644.037 habitantes, conforme IBGE (2022), a pressão demográfica ao longo da costa pode intensificar os impactos da erosão, agravando os riscos para as comunidades, patrimônio edificado e ambiente natural. Por outro lado, de acordo com o estudo supramencionado seus efeitos não são considerados severos quando não há áreas urbanizadas, populações significativas, patrimônio edificado ou natural.

O Quadro 4 apresenta a quantidade de habitantes na faixa litorânea da cidade em estudo, assim, aproximadamente 25,66% da população de Jaboatão dos Guararapes reside nos bairros Barra de Jangada, Candeias e Piedade, que compõem o litoral do município.

Quadro 4 - Distribuição Populacional em Bairros de Jaboatão dos Guararapes-PE

Bairros	Número de habitantes
Barra de Jangada	36.214
Candeias	64.587
Piedade	64.503

Fonte: IBGE (2018)

Na dinâmica da erosão costeira nas praias de Jaboatão, o meio antrópico emerge como um agente significativo. As ações humanas, como a construção de moradias, hotéis, bares e outras infraestruturas em áreas próximas ao mar, desempenham um papel crucial no desencadeamento e intensificação desse fenômeno. Essas atividades podem resultar na eliminação da vegetação costeira, provocar a compactação do solo e alterar a dinâmica natural da praia. Como resultado, a vulnerabilidade da região costeira de Jaboatão dos Guararapes à erosão é acentuada.

Costa (2020) argumentou que a deterioração das zonas costeiras acontece principalmente em praias arenosas desprotegidas, especialmente como consequência de uma intervenção extensiva do meio antrópico. As mudanças na linha litorânea aumentaram de

maneira significativa, especialmente devido à ameaça que a progressão das águas costeiras representa para o desenvolvimento das atividades realizadas pelas comunidades litorâneas.

Jaboatão dos Guararapes não enfrenta sozinha os impasses da erosão costeira. Estudos, como o conduzido pela Universidade Santa Cruz da Califórnia (Griggs, 2017), indicam que o avanço do mar está atualmente impactando entre 75% e 90% das áreas costeiras, uma situação que tende a se agravar. Este cenário acarreta uma série de impactos ambientais que afetam tanto a natureza ambiental quanto a dimensão socioeconômica (Griggs, 2017).

Nas praias de Candeias, Barra de Jangada e Piedade, foram identificadas diversas áreas que serão afetadas por diferentes impactos ambientais provenientes da erosão costeira acentuados pela urbanização, abrangendo os fatores discutidos nas subseções a seguir.

6.1.1 Resíduos sólidos

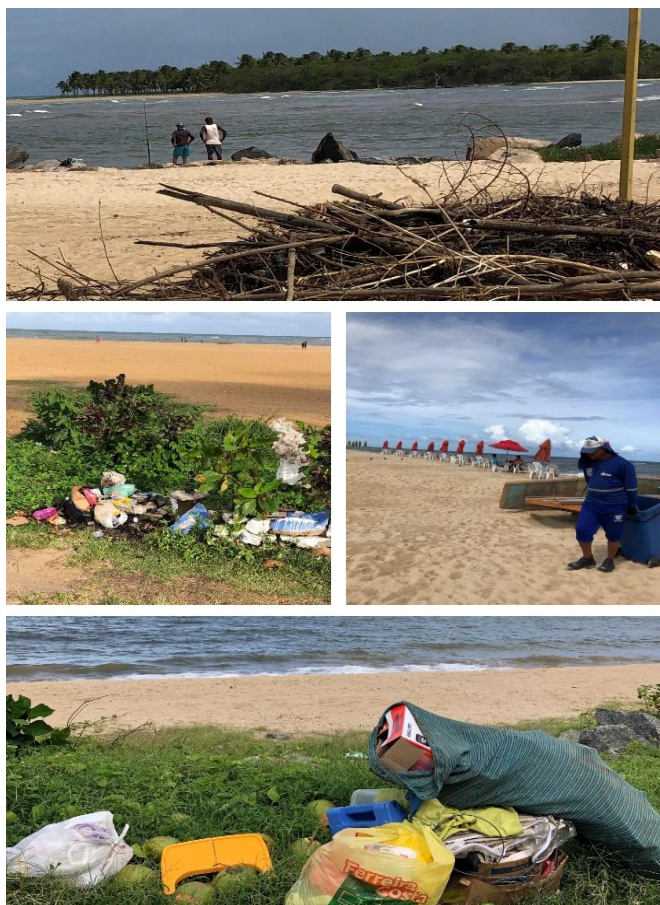
A extensão da costa litorânea da cidade em estudo revela uma preocupante presença de resíduos sólidos domésticos em áreas profundamente afetadas pela erosão marinha. Esses resíduos, que incluem plástico, metal, vidro, tecido, isopor, borracha, entre outros, são notados não apenas pela ação dos frequentadores, mas também por moradores locais que utilizam essas áreas degradadas como locais de descarte (Figura 8).

Além disso, o lixo na praia pode prejudicar ecossistemas costeiros, como recifes de coral e manguezais, essenciais para a proteção contra a erosão. A contaminação por resíduos sólidos pode comprometer a saúde desses ambientes, enfraquecendo a capacidade natural de resistir aos efeitos erosivos (Uacane, 2020).

Moura *et al.* (2011) observaram na orla do Jaboatão dos Guararapes os tipos de resíduos sólidos (plásticos, madeira, papel, restos de materiais de construção e lixo orgânico) encontrado em vários pontos da orla que tem aproximadamente 8 km, verificou-se que o lixo encontrado nas praias de Piedade e Candeias têm características semelhantes enquanto na praia de Barra das Jangadas esse lixo já interfere em outros aspectos, como os resíduos deixados pelas pequenas embarcações e pelos pescadores

A definição de resíduos sólidos é ampliada para abranger elementos perceptíveis nas praias, recifes ou manguezais, provenientes de diversas fontes (Coe; Rogers, 2000). Além do impacto visual, o descarte inadequado de lixo na areia ou no mar pode acarretar efeitos econômicos e sociais significativos (Nash, 1992), contribuindo para o desaparecimento da beleza natural da praia.

Figura 8 - Desafios ambientais em Jaboatão dos Guararapes: o descarte inadequado de resíduos sólidos e o encontro com o mar



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

6.1.2 Deslocamento Populacional

A erosão costeira pode levar ao deslocamento de comunidades inteiras, aumentando a pressão sobre outras áreas urbanas e contribuindo para problemas sociais e econômicos (Marcovitch *et al.*, 2010).

O impacto encontrado nas praias de Candeias, Barra de Jangada e Piedade devido ao deslocamento de pessoas provocado pela erosão marinha é um problema grave que afeta diretamente a vida e o bem-estar das comunidades locais. A erosão costeira, impulsionada pela elevação do nível do mar e pela intensificação de eventos climáticos extremos (Vasconcelos, 2010), está causando o recuo das faixas de areia e a degradação das áreas costeiras, tornando muitas vezes as casas e infraestruturas vulneráveis à ação do mar.

Os moradores da zona costeira em estudo já foram afetados e, infelizmente, é possível que sejam ainda mais atingidos no futuro. O deslocamento forçado dessas pessoas devido à erosão marinha não só resulta na perda de suas casas, mas também na perda de sua qualidade de vida e nos benefícios que obtiveram ao viverem próximos ao mar. Muitas dessas

comunidades dependem da pesca e do turismo costeiro como fontes de subsistência, e o deslocamento as priva dessas oportunidades econômicas, levando à desestruturação social e econômica dessas populações (Lins-de-Barros, 2005).

Além disso, os moradores mais próximos à região estuarina (do Rio Jaboatão) tendem a ser os mais afetados, uma vez que essas áreas costumam ser mais suscetíveis à erosão devido à interação complexa entre as correntes oceânicas e os fluxos de água doce dos rios próximos (Gois, 2018).

De acordo com Costa (2020), foi observado um recuo da linha costeira próximo à foz do rio Jaboatão, em áreas onde o terreno é mais plano e as altitudes são menores. O autor destacou que esse fenômeno está relacionado à intensidade das correntes na região adjacente ao rio Jaboatão. Essas constatações reforçam as observações feitas ao longo do estudo, indicando que as áreas mais afetadas estão próximas ao rio Jaboatão.

Isso cria uma situação ainda mais preocupante, pois as comunidades mais vulneráveis enfrentam não apenas os impactos diretos da erosão costeira, mas também os desafios associados à contaminação da água e à degradação dos ecossistemas estuarinos, que são vitais para sua subsistência (Santos e Tenorio, 2004).

6.1.3 Consequências na logística da região

As praias de Candeias, Barra de Jangada e Piedade, localizadas na região litorânea do município do Jaboatão dos Guararapes, enfrentam uma série de impactos ambientais severos, exacerbados pelo avanço do mar e pelos métodos de contenção adotados para combater a erosão costeira. Esses impactos não apenas afetam o ambiente natural, mas também têm implicações significativas na logística e na qualidade de vida dos moradores locais.

Uma das principais consequências do avanço do mar e dos métodos de contenção nessas áreas é a redução significativa da faixa de areia disponível. Essa intervenção humana muitas vezes agrava os problemas naturais, prejudicando não apenas o ambiente costeiro, mas também a logística dos moradores. A falta de espaço nas praias, resultante dessas práticas, afeta a mobilidade dos residentes, tornando o acesso ao mar mais difícil e, em alguns casos, até mesmo impossível como observado na Figura 9.

Esses problemas são particularmente agravados nas proximidades da foz conjunta do rio Jaboatão-Pirapama, onde os métodos de contenção podem intensificar o impacto do avanço do mar, resultando em uma diminuição ainda maior da faixa de areia e tornando a logística dos moradores uma tarefa árdua. Além disso, a erosão costeira causada por essas intervenções

ameaça diretamente a infraestrutura urbana, incluindo estradas e acessos a bairros e praias próximas (Menezes *et al.*, 2018).

Por outro lado, algumas áreas ao longo da costa estão à beira de serem atingidas pelo avanço do mar, devido à inadequação dos métodos de contenção (Souza, 2009). Isso inclui a avenida que dá acesso aos bairros de Candeias e Barra de Jangada, bem como às praias do litoral sul, como a do Paiva e Porto de Galinhas. Esses locais são vitais para a logística da região, mas a implementação inadequada de métodos de contenção pode comprometer ainda mais a estabilidade costeira e a mobilidade local.

Koerich (2023) afirma que as ações de defesa costeira, de maneira geral, apresentam tanto vantagens quanto desvantagens. Em pesquisas realizadas na praia de Candeias, foi observado que medidas de engenharia costeira são frequentemente aplicadas no bairro de Candeias, Jaboatão dos Guararapes. No entanto, essas intervenções não foram eficazes para resolver os problemas presentes no cenário geográfico do município, agindo mais como uma solução temporária que acabou agravando o processo erosivo (Carvalho *et al.*, 2017).

Além disso, o acesso à capital, Recife, também está ameaçado pelo avanço do mar causado pelas intervenções humanas. As vias de acesso que conectam essas praias ao centro urbano estão sujeitas a danos causados pela erosão costeira intensificada pelos métodos de contenção, o que pode impactar negativamente o transporte e a mobilidade da população local, bem como a economia regional, que depende do turismo (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2016).

Figura 9 - Desafios Costeiros: Métodos de contenção na faixa de areia impactam a logística, dificultando o acesso das pessoas. O avanço do mar apresenta desafios adicionais para os moradores



Fonte: Elaboração do próprio autor (2023)

6.1.4 Prejuízos à Infraestrutura urbanas à beira-mar

Prédios e estruturas urbanas à beira-mar estão sujeitos a danos físicos devido à erosão costeira. O avanço do mar nas praias de Candeias, Barra de Jangada e Piedade, tem ocasionado danos consideráveis às estruturas locais. Além das residências, outras infraestruturas vitais para a comunidade, como escolas, postos de saúde, comércios locais e áreas de lazer, também foram afetadas. Os efeitos do avanço do mar não se restringem apenas às habitações, alcançando diversos setores da infraestrutura urbana e impactando diretamente a vida dos habitantes que dependem dessas instalações.

Os custos necessários para reconstruir e reparar as infraestruturas danificadas são substanciais, englobando não apenas despesas materiais, mas também recursos humanos e

financeiros necessários para conduzir as obras de reconstrução e implementar medidas de proteção costeira. Ademais, deve-se considerar a necessidade de investimentos adicionais para fortalecer as defesas costeiras e mitigar os efeitos futuros do avanço do mar.

Para Lins-de-Barros (2005) sobre as repercussões socioeconômicas adversas decorrentes da ausência de planejamento e ordenamento do desenvolvimento urbano em uma pequena região costeira, destaca a relevância das consideráveis despesas financeiras associadas aos prejuízos financeiros decorrentes de destruição, desvalorização imobiliária e das obras realizadas totalizaram aproximadamente R\$ 3 milhões. Essa pesquisa ressalta a necessidade crítica de investimentos para fortalecer as defesas costeiras e mitigar os efeitos futuros do avanço do mar.

Na mesma direção, na orla em estudo foi realizado um projeto de engorda de praia iniciado em janeiro de 2013, que utilizou 1,2 milhão de metros cúbicos de areia ao longo de 5,8 quilômetros de orla, representa uma iniciativa para fortalecer as defesas costeiras e mitigar os efeitos do avanço do mar, como descrito no primeiro texto. Esse projeto recebeu investimentos significativos, totalizando R\$ 41 milhões, provenientes do Ministério da Integração Nacional e do município (G1- Pernambuco, 2013).

A engorda não se fez efetivo em alguns pontos das praias analisadas, observam-se atualmente moradias destruídas, vestígios de casas desabadas e, lamentavelmente, existe o iminente risco de mais casas virem a desabar. Esta situação ameaça à segurança e o bem-estar dos moradores locais, que enfrentam a angustiante perspectiva de perder não apenas suas residências, mas também suas comunidades e relações sociais.

A reconstrução das infraestruturas danificadas e a implementação de medidas de adaptação e mitigação são urgentes para garantir a segurança e a subsistência das comunidades afetadas pelo avanço do mar. Além disso, é crucial um esforço conjunto entre autoridades locais, estaduais e federais, juntamente com a participação da comunidade e de organizações da sociedade civil, para desenvolver e implementar soluções sustentáveis que protejam as comunidades costeiras de Jaboatão e promovam a resiliência diante dos desafios da erosão costeira.

6.1.5 Modificações nas áreas de lazer dos moradores

A erosão costeira é um problema sério que afeta não apenas as áreas de lazer, mas também o ambiente e a infraestrutura das praias. Em Jaboatão dos Guararapes, assim como em muitas outras regiões costeiras (Francesco, 2018), a erosão pode impactar diretamente as áreas

de lazer, como os espaços destinados a festas e eventos, além de ameaçar a prática de esportes na orla (Francesco, 2018).

Em relação às áreas de lazer afetadas pelo avanço da erosão marinha, pode-se destacar (Figura 10):

- a) espaços para eventos: locais que são tradicionalmente usados para grandes celebrações, como festas de Réveillon, podem estar em risco devido à erosão costeira. Isso pode incluir áreas de praia ou estruturas construídas próximas à costa, como quiosques, bares e restaurantes;
- b) pontos turísticos e recreativos: áreas ao longo da costa que são frequentadas por turistas e moradores locais para atividades de lazer, como piqueniques, caminhadas ou simplesmente relaxar na praia, podem ser impactadas pela erosão;
- c) instalações esportivas: quadras de vôlei de praia, campos de futebol de areia e outras instalações esportivas à beira-mar podem ser ameaçadas pela erosão costeira, comprometendo a prática desses esportes.

Figura 10 - O avanço implacável do mar: testemunhas mudas da erosão costeira. Estruturas de lazer e infraestruturas recreativas agora vulneráveis, à mercê das águas vorazes. Uma cena que ecoa os impactos visíveis e invisíveis do desafio crescente que enfrentamos



Fonte: Elaboração do próprio autor (2024)

Quanto aos esportes frequentemente praticados na orla, alguns exemplos incluem:

a) futebol de areia: muito comum em praias brasileiras, o futebol de areia pode ser prejudicado se a área de jogo foi afetada pela erosão ou se as redes de proteção forem comprometidas;

- b) vôlei de praia: assim como o futebol de areia, o vôlei de praia é uma atividade popular nas praias brasileiras e pode ser impactado pela erosão costeira nas praias em estudo, especialmente se as quadras ou áreas de jogo foram comprometidas.
- c) caminhada e corrida: muitas pessoas aproveitam a orla marítima para caminhar ou correr, mas a erosão costeira pode tornar algumas áreas impraticáveis ou até mesmo perigosas para essas atividades.

Com o crescente desenvolvimento da cidade e a diminuição dos espaços urbanos de lazer devido à erosão marinha, os frequentadores das praias em estudo estão enfrentando mudanças significativas em suas atividades de lazer. Antigas práticas estão sendo deixadas de lado, enquanto novas alternativas estão sendo buscadas para preencher o vazio deixado pela perda de áreas recreativas.

A falta de áreas de lazer e recreação afeta diretamente o estilo de vida das pessoas (Debeus; Ferreira., 2013) que frequentam a praia sem esses espaços, as atividades físicas de lazer ligadas à natureza, como caminhadas, corridas e jogos na areia, tornam-se limitadas ou até impossíveis em certas áreas das praias. Além disso, o lazer praticado na praia e no mar, como banhos de sol, mergulhos e prática de esportes aquáticos, também é prejudicado pela erosão costeira.

Essa situação tem um impacto significativo na comunidade local, que muitas vezes utiliza a praia como um local central para atividades recreativas e sociais. A falta de espaços adequados para essas atividades pode levar a uma diminuição na qualidade de vida e no bem-estar dos moradores (Lima *et al.*, 2021)

6.1.6 Alterações na paisagem costeira

As praias de Jaboatão dos Guararapes são lindas, com coqueiros, águas claras e piscinas naturais quando a maré está baixa. Contudo, infelizmente, elas estão mudando por causa da erosão costeira. Isso significa que o mar está avançando e levando embora a areia aos poucos, além de danificar as falésias e estruturas na praia.

Essas mudanças estão deixando a paisagem costeira diferente do que era no passado, e isso não é bom. Além de perder parte da beleza natural, também pode prejudicar os animais e plantas que vivem no ambiente, assim como a infraestrutura construída pela população, como casas e quiosques. Então, mesmo que as praias ainda sejam bonitas, é importante pensar em

como podemos protegê-las do avanço do mar para que continuem sendo lugares legais para se visitar e apreciar.

A transformação da paisagem costeira é o reflexo de uma série de impactos ambientais que têm sido observados ao longo deste estudo. Dentre esses impactos, destacam-se a implantação de métodos de contenção, como muros de arrimo e enrocamentos, que agora dominam a linha costeira, substituindo a areia e alterando drasticamente a estética natural da praia.

Além disso, a presença de pedregulhos dispostos ao longo da praia como forma de defesa contra a erosão marinha contribui para a perda da sensação de espaço aberto e livre que antes caracterizava o local. As casas desmoronadas ao longo da costa são testemunhas silenciosas dos danos causados pela erosão costeira, enquanto o lixo que se acumula nas margens da praia representa uma ameaça adicional ao ecossistema marinho e à experiência dos banhistas.

7 IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES

7.1 IMPACTOS NA FLORA DA ZONA COSTEIRA

A vegetação desempenha um papel crucial na proteção do litoral de Jaboatão dos Guararapes contra os efeitos danosos da erosão costeira. Foi identificado que em áreas onde a cobertura vegetal está presente, como manguezais, restingas e vegetação de dunas, há uma redução significativa na taxa de erosão marinha. Essa vegetação atua como uma barreira natural, absorvendo a força das ondas e protegendo o solo da ação erosiva do mar (Menezes, 2018).

Além de sua função como protetora contra a erosão, a vegetação costeira também desempenha um papel importante no ecossistema local. Ela serve como habitat para uma variedade de espécies animais, incluindo aves, répteis e mamíferos, que dependem dela para abrigo e alimentação. Os manguezais, por exemplo, são cruciais para a reprodução e desenvolvimento de várias espécies de peixes e crustáceos, contribuindo para a biodiversidade marinha da região.

No entanto, a urbanização desenfreada e o crescimento da infraestrutura costeira em Jaboatão dos Guararapes têm exercido uma pressão significativa sobre a vegetação litorânea (Martellotta; Lobo, 2023; Naine, 2018). O desmatamento para dar lugar a construções, estradas

e áreas urbanas tem levado à destruição de grande parte dos ecossistemas costeiros, comprometendo não apenas sua capacidade de proteger o litoral contra a erosão, mas também sua importância como habitat para a vida selvagem.

Como resultado, o equilíbrio ecológico ao longo da costa de Jaboatão dos Guararapes está ameaçado, com consequências potenciais para a segurança das comunidades costeiras, a biodiversidade marinha e a qualidade de vida das pessoas que dependem dos recursos naturais da região. Portanto, é essencial que sejam adotadas medidas para proteger e restaurar a vegetação costeira, incluindo a implementação de políticas de conservação, a criação de áreas protegidas e o planejamento urbano sustentável que leve em consideração a importância da vegetação para o ambiente costeiro (Souza *et al.*, 2005; Souza, 2009).

7.2 IMPACTOS NA FAUNA MARINHA

Nas praias de Jaboatão dos Guararapes, foi observada a presença de uma quantidade significativa de resíduos sólidos, que incluem desde plásticos e vidros até materiais orgânicos e metálicos. Esses resíduos representam uma ameaça direta não apenas para o ambiente costeiro, mas também para a fauna marinha que habita essas águas.

Um dos impactos mais preocupantes são as consequências desses resíduos na fauna marinha. Muitos animais marinhos confundem o lixo com comida e acabam ingerindo esses materiais. Isso pode causar uma série de efeitos adversos na fauna local, incluindo danos físicos, obstrução do trato digestivo e até mesmo morte por sufocamento ou envenenamento.

A conexão entre esses dois impactos - a presença de resíduos sólidos nas praias e os efeitos na fauna marinha - é clara e preocupante. O lixo que é descartado de forma inadequada nas praias acaba encontrando seu caminho para o mar, onde pode persistir por anos e até décadas, prejudicando não apenas a estética das praias, mas também a saúde dos ecossistemas marinhos.

Adicionalmente, nas praias em estudo, é comum encontrar uma variedade de estruturas de contenção marinha, tais como quebra-mares e barreiras de pedra. No entanto, é importante ressaltar que nem sempre essas intervenções resultam em efeitos positivos. Em muitos casos, as obras de contenção são construídas sobre os recifes de arenito, o que acaba causando desequilíbrios no ecossistema marinho local (Santos, 2008).

Curiosamente, apesar do impacto inicial, essas estruturas agora funcionam como habitat para diversos grupos de organismos marinhos, como corais, zoantídeos, equinodermos, poliquetas, macroalgas, crustáceos e outros fungos (Pereira; Coutinho, 1995). A presença

dessas comunidades biológicas demonstra a capacidade de adaptação da vida marinha às mudanças ambientais, mesmo aquelas causadas por atividades humanas.

No entanto, é importante notar que durante as marés baixas, as águas tendem a ficar retidas entre esses quebra-mares, levando à estagnação e à propagação de fungos (Pereira; Coutinho, 1995). Esse fenômeno ressalta a importância de avaliar cuidadosamente os impactos das estruturas de contenção e implementar medidas adequadas de gestão costeira para minimizar os efeitos negativos sobre o ambiente marinho.

Durante as observações realizadas no local, foi possível identificar uma série de impactos ambientais direcionados aos animais, tanto terrestres quanto marinhos. Entre esses, um dos grupos mais afetados foram as tartarugas marinhas, cuja sobrevivência depende significativamente dos espaços aquáticos para alimentação e do meio terrestre para reprodução. Por conta disso, elas estão entre as espécies mais vulneráveis aos efeitos das obras de contenção costeira.

É evidente que as estruturas marítimas projetadas para reduzir os impactos da erosão costeira acabam tendo efeitos desastrosos sobre as tartarugas marinhas. Um dos principais problemas é o encurtamento do espaço disponível para as tartarugas se movimentarem, o que aumenta o risco de acidentes fatais, como o encalhe e o enforcamento desses animais nas pedras colocadas ao longo da costa como visualizados na Figura 11. Além disso, a presença dessas estruturas pode inviabilizar o acesso dos filhotes de tartaruga ao mar, já que eles podem ficar presos entre as pedras logo após o nascimento.

Figura 11 - Testemunhas silenciosas do descuido humano: duas vidas perdidas para o avanço implacável do mar e a falha na proteção ambiental. Um lembrete doloroso da urgência em agir



Fonte: Elaboração do próprio autor (2020)

Em pesquisas realizadas na praia de Candeias, foram comprovados alguns desses impactos trazidos pelos métodos de contenção. Um exemplo disso é a pesquisa conduzida por Santos *et al.* (2007), que evidenciou um declínio na eutrofização do ambiente devido à remoção do espigão e à pluviometria sazonal, melhorando a circulação da água e controlando a abundância do fitoplâncton. Os autores também verificaram que a construção de um quebra-mar foi o agente transformador da biodiversidade de micro-organismos no local. Outra pesquisa relevante sobre essas obras marítimas é a realizada por Sena (2018), que confirmou as hipóteses iniciais de que a comunidade faunística na praia de Candeias foi alterada originalmente pela deposição de sedimentos alóctones.

Diante das pesquisas realizadas na zona costeira em estudo, fica claro que as obras de contenção marítima têm impactos significativos no ecossistema local. Enquanto algumas melhorias foram observadas, como a redução do avanço do mar em alguns pontos, também é evidente que essas intervenções podem alterar profundamente a comunidade faunística da área.

7.3 SEDIMENTAÇÃO E INUNDAÇÃO

A erosão costeira aumenta o risco de inundações nas áreas urbanas próximas à costa. Além disso, a intrusão de sedimentos de diferentes composições pode modificar toda área estuarina, afetando a qualidade e disponibilidade de espécies.

Conforme Lins-de-Barros (2005) observou, a expansão urbana sobre as elevações de areia pode influenciar diretamente o equilíbrio de sedimentos nas áreas litorâneas, além de comprometer a capacidade de recuperação dessas regiões.

A erosão costeira no município de Jaboatão dos Guararapes apresenta impactos ambientais significativos, especialmente devido à ausência constante de uma fonte regular de sedimentos para reposição nas praias da região. Costa (2020) destaca a necessidade de um monitoramento contínuo da deposição e perda de sedimentos para mitigar os efeitos da erosão e evitar perdas futuras na zona costeira.

Conforme apontado por Gomes Junior (2015), a implementação de um espigão visando mitigar a erosão na área do município de Jaboatão dos Guararapes resultou no estreitamento do leito do rio Jaboatão. Isso acarretou uma mudança no fluxo de sedimentos, anteriormente transportados pelo rio para alimentar as praias ao norte de sua foz. Agora, esses sedimentos estão sendo direcionados para outra área, possivelmente a plataforma continental interna, resultando em uma escassez de sedimentos nas praias.

De acordo com Addad (1997), a falta de areia em uma praia pode desencadear um pulso erosivo que se propaga a grandes distâncias, afetando praias aparentemente equilibradas. A interconexão complexa na natureza destaca a importância de compreender essas relações para a preservação do ambiente costeiro.

Os estudos de Santos e Tenorio (2004) na margem direita do estuário do Rio Jaboatão mostraram que a composição do sedimento, especialmente areia fina, influencia a presença de bancos de bivalves. A influência significativa da salinidade na distribuição das espécies foi observada, evidenciando a complexidade das interações ambientais. *Tagelus plebeius*, *Anomalocardia brasiliana*, *Iphigenia brasiliana* e *Macoma constricta*, por exemplo, apresentaram diferentes faixas de salinidade onde eram mais abundantes.

Além disso, foi notado áreas inundadas após eventos de grande pluviosidade nas praias de Jaboatão. Ao analisar a situação nas praias em estudo, foi entendido como o aumento do nível do mar afeta as inundações na área costeira. Isso acontece devido à interação direta entre o aumento da maré e as inundações. A maré age como uma espécie de barreira, bloqueando a saída das águas internas para o oceano. Isso faz com que o nível da água suba na direção oposta, resultando em inundações que trazem prejuízos financeiros e sociais para as pessoas que residem nessa área.

Esse fenômeno não é exclusivo de Jaboatão, como evidenciado pelo estudo conduzido por Valente (2022) em Maricá, RJ, é evidente que as praias do município enfrentam significativos impactos decorrentes de tempestades, especialmente devido ao seu litoral exposto com orientação Leste-Oeste. Além disso, as construções resultantes de projetos de urbanização ao longo da orla marítima encontram-se inseridas no perfil morfodinâmico da praia, o que amplifica a vulnerabilidade local, pois as ondas das tempestades ultrapassam o topo da barreira holocênica da praia, exacerbando os efeitos adversos.

As inundações em Jaboatão ocorrem devido a problemas na infraestrutura de drenagem, como sistemas subdimensionados, falta de manutenção e aumento da impermeabilização do solo. A ausência do Plano Diretor de Macrodrenagem (PDM) agrava as inundações em dias chuvosos, pois o sistema de drenagem fica sobrecarregado, resultando no escoamento em direção ao mar. O PDM é crucial para planejar a gestão de longo prazo, prevenindo problemas e protegendo as áreas costeiras (Leite, 2023).

De acordo com uma matéria do G1 Pernambuco (2013), não é de hoje que a cidade de Jaboatão vem sendo afetada pela falta de uma boa drenagem. O G1-PE em uma matéria praia Candeias, mostrou a ação de esgoto na praia. Moradora da área e comerciante, Terezinha Morena da Silva afirma em sua entrevista ao G1-PE, que após o trabalho de engorda, o

problema de esgoto apenas piorou. “Eles tinham tirado esse esgoto daqui, mas voltou. Faz mais de semana e ninguém vem aqui ajeitar”, reclama.

Dez anos depois, conforme reportagem no jornal Folha de Pernambuco (2023), a problemática persiste, agora sob a gestão de outro prefeito. Na matéria, o prefeito destacou: "Toda a drenagem da orla estará requalificada ao final da obra, garantindo o fluxo adequado às águas pluviais e resolvendo um problema crônico de alagamentos existente há décadas. Os ganhos diretos e indiretos serão contínuos".

Após analisarmos as inundações na Praia de Jaboatão, é crucial considerar também as mudanças nos padrões de chuvas extremas ao longo do tempo, especialmente nas regiões costeiras e interiores. O estudo conduzido por Leite *et al.* (2022) buscou entender essas alterações, utilizando dados históricos de estações pluviométricas no litoral do Espírito Santo e na região central de Minas Gerais.

Os resultados revelaram que os quantis de chuvas extremas nas regiões litorâneas são mais suscetíveis a modificações do que nas áreas internas. Em particular, certos valores de Tempo de Retorno (TR) de 20 anos na região litorânea do Espírito Santo apresentaram um aumento significativo, aproximadamente 13%, ao longo de duas décadas. Essas descobertas apontam para a influência considerável de variáveis climáticas ou ambientais nas mudanças observadas nas chuvas extremas.

França *et al.* (2016) realizaram um estudo sobre áreas inundáveis em Jaboatão dos Guararapes. Nesse contexto, identificou-se que a presença de corpos d'água e vegetação desempenha um papel significativo, assim como a ocupação urbana, a qual potencializa esses eventos. A análise bibliográfica das características do município, abrangendo relevo, dinâmica climática e presença de recursos hídricos, corroborou essas conclusões, evidenciando a complexidade e a interação de diversos fatores na ocorrência das inundações urbanas (Figura 12).

A compreensão desses padrões assume uma importância crucial para a gestão adequada dos riscos associados a eventos climáticos extremos nessas regiões. A destacada suscetibilidade das áreas costeiras a mudanças nos quantis de chuvas extremas destaca a necessidade de estratégias de adaptação e mitigação, considerando as possíveis consequências dessas alterações climáticas na ocorrência de inundações e eventos similares. Essa perspectiva integrada sobre as inundações e os padrões de chuvas extremas oferece uma base abrangente para o desenvolvimento de medidas eficazes visando a segurança e a resiliência das comunidades costeiras.

Figura 12 - Inundações na zona costeira de Jaboatão: Marcas visíveis da interação entre maré, esgotos e eventos pluviométricos intensos, causando prejuízos e desafios nas áreas costeiras



Fonte: Elaboração do próprio autor (2023)

8 IMPACTOS ECONÔMICOS DERIVADOS DA EROÇÃO COSTEIRA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES

Guerra (2005) afirma que as atividades econômicas fomentadas nas áreas costeiras correspondem por cerca de 70% do PIB do Brasil, entretanto, esta estatística na economia não é refletida nas práticas de preservação e conservação dos ambientes marinhos, ao passo que é visível a quantidade de impactos ambientais perceptíveis no litoral brasileiro.

A erosão costeira está afetando gravemente o potencial turístico da região, impactando diretamente os seguintes setores:

- a) hospedagem: com a diminuição da faixa de areia disponível, hotéis e resorts à beira-mar sofrem com a perda de espaço para suas estruturas e para os hóspedes desfrutarem;
- b) restaurantes e bares: estabelecimentos que dependem do fluxo de turistas e frequentadores das praias enfrentam uma redução significativa na clientela devido à diminuição do atrativo das praias;
- c) comércio local e artesanato: lojas de souvenirs, artesanato e outras pequenas empresas locais que contam com o turismo como principal fonte de renda sofrem com a diminuição do número de visitantes;
- d) atividades de lazer e esportes aquáticos: Empresas que oferecem atividades como passeios de barco, mergulho, surf e outras modalidades de esportes aquáticos enfrentam dificuldades devido à deterioração do ambiente costeiro.

Esses setores são essenciais para a economia local e estão enfrentando desafios significativos devido à erosão costeira, o que exige a implementação urgente de medidas de proteção e restauração ambiental.

8.1 AMEAÇA AO EMPREGO

A erosão costeira em Jaboatão dos Guararapes não apenas ameaça o setor turístico, mas também representa uma séria ameaça ao emprego e à subsistência de muitos na região.

Com o fechamento de hotéis, resorts, restaurantes e outros estabelecimentos turísticos devido à perda de espaço na praia e à diminuição do fluxo de visitantes, centenas, senão milhares, de empregos diretos e indiretos estão em risco. Trabalhadores desses setores, como recepcionistas, garçons, camareiros, cozinheiros, guias turísticos e artesãos, enfrentam a possibilidade real de desemprego, o que pode levar a uma crise socioeconômica na região.

Além disso, a pesca, que é uma atividade tradicional e importante fonte de sustento para muitas famílias em Jaboatão dos Guararapes, também será severamente afetada pela erosão costeira, como visto na Figura 13. A degradação do ambiente costeiro pode prejudicar os habitats naturais de peixes e outros animais marinhos, reduzindo os estoques pesqueiros e dificultando o trabalho dos pescadores. Isso resultará não apenas em perdas econômicas para os pescadores, mas também em escassez de alimentos e recursos para suas comunidades.

Portanto, é crucial que medidas eficazes sejam implementadas urgentemente para mitigar os efeitos da erosão costeira, protegendo não apenas o meio ambiente, mas também os meios de subsistência e o emprego das pessoas em Jaboatão dos Guararapes.

Figura 13 - O mar, em um vai e vem sem fim, escreve sua história nas areias de Jaboatão dos Guararapes. Mas essa história não é só poesia, é dor e desafio. Aqui, bares e barracas são personagens marcados pela erosão costeira, mostrando que proteger nossas praias



Fonte: Elaboração do próprio autor (2023)

Seguindo a mesma rota das praias analisadas, Scher *et al.* (2023) discutiram o impacto da erosão costeira nas atividades turísticas do Bairro São Domingos em Ilhéus, Bahia. Os

principais desafios incluem a perda gradual de estabelecimentos comerciais devido à destruição da praia, queda no turismo, danos materiais e perda de fontes de sustento para os comerciantes locais. Nessa perspectiva, foi verificado que a falta de ações efetivas das autoridades para conter a erosão costeira agrava os problemas econômicos e sociais na região, exigindo políticas públicas integradas para proteger o turismo e a qualidade de vida das comunidades locais.

Algumas experiências diplomáticas podem ser contadas e, consequentemente, aplicadas economicamente nas praias de Jaboatão. De acordo com Rei e Pinho (2023) em seus estudos, destacam que essas experiências têm o potencial de promover a disseminação de práticas econômicas bem-sucedidas para outras regiões, oferecendo suporte às cidades na integração dessas práticas em seus planos de desenvolvimento local e na gestão integrada para redução dos riscos de desastres. Isso pode resultar em melhorias econômicas a médio e longo prazo. Um exemplo elucidativo é a abordagem adotada pela cidade de Santos para enfrentar os desafios impostos pela adaptação climática em áreas costeiras. O projeto implementado em Santos, desenvolvido com base em uma abordagem multidisciplinar e alinhado com o marco normativo e os instrumentos disponíveis, demonstra a viabilidade econômica das ações empreendidas

Soma-se a este estudo, Silvestri (2018) elaborou um modelo simples para prever o impacto da erosão costeira no turismo de uma região costeira ao longo do tempo. Utilizando dados limitados sobre o turismo e as características físicas das áreas litorâneas, o modelo pode ser útil para comparar os benefícios da proteção costeira com os custos de gerenciamento da linha costeira, o que é crucial para determinar a melhor estratégia de desenvolvimento para um destino turístico.

Observou-se uma ligação direta entre a receita proveniente do turismo local e os investimentos em proteção costeira, sugerindo que tais investimentos são compartilhados entre os interessados. Dado que os benefícios são predominantemente privados, enquanto os custos recaem sobre o setor público, é necessário discutir alternativas de financiamento que possam envolver operadores e empresas privadas.

O Ministério do Turismo (MTur), em 2020, reclassificou o município de Jaboatão, elevando sua categoria de C para B, conforme o Mapa do Turismo Brasileiro 2019-2021. Isso resultou na inclusão de Jaboatão no grupo de cidades com o segundo maior fluxo doméstico e internacional. De acordo com o MTur, apenas doze municípios em todo o estado de Pernambuco possuem a classificação de categoria B. Na última atualização do Mapa, em 2022, a cidade de Jaboatão permaneceu na mesma categoria.

Nessa ótica, a Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes está investindo R\$ 14,9 milhões na requalificação de uma nova etapa da orla do município, conforme relatado pela Folha de

Pernambuco (2023). Esses investimentos visam não apenas ampliar os espaços de lazer e turismo para a população, mas também têm o potencial de impulsionar a economia local. Este esforço está alinhado com a classificação da cidade como categoria B no turismo, destacando a importância de melhorias na infraestrutura costeira para atrair mais visitantes e promover o desenvolvimento sustentável da região.

Essa mudança de classificação reflete a crescente importância do turismo em Jaboatão, evidenciando seu potencial para atrair visitantes nacionais e estrangeiros. Isso está alinhado com os estudos de Scher *et al.* (2023), que destacaram os desafios enfrentados pelas atividades turísticas em outras regiões costeiras do país, como a perda de estabelecimentos comerciais, queda no turismo e danos materiais devido à erosão costeira. A falta de ações efetivas das autoridades para lidar com esse problema pode agravar os impactos econômicos e sociais, enfatizando a necessidade de políticas públicas integradas, conforme discutido por Rei e Pinho (2023).

Portanto, é fundamental que Jaboatão dos Guararapes adote uma abordagem multidisciplinar, envolvendo diversos interessados, incluindo autoridades locais, empresários do setor turístico e a comunidade em geral, para enfrentar os desafios da erosão costeira e promover o desenvolvimento sustentável das suas praias e do turismo local.

9 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou identificar os impactos ambientais negativos associados à erosão marinha nas praias de Jaboatão dos Guararapes-PE, e também a classificação dos impactos a partir da aplicação do método de Tommasi (1994), evidenciando assim, uma relação forte dos impactos com a falta de ações públicas de combate ao avanço da erosão marinha em áreas de menor interesse da administração pública, e por outro lado, um cuidado maior em áreas de concentração residencial da elite social do litoral em estudo e nas áreas de lazer. Somado a isso, o método aplicado, mostrou que as áreas mais impactadas estão nas proximidades da foz conjunta do rio Jaboatão/Pirapama, próximos aos métodos de contenção e nas áreas que possuem uma maior densidade residencial.

A presente dissertação proporcionou uma análise abrangente e detalhada dos diversos impactos ambientais decorrentes da erosão costeira na região estudada. Por meio de uma abordagem estruturada e metodologicamente embasada, foi possível identificar, classificar e avaliar a magnitude e abrangência dos impactos negativos sobre o ambiente costeiro, bem como sobre a população e a economia local.

A análise revelou uma série de impactos significativos, abrangendo desde a supressão da flora costeira até a migração de pessoas devido à perda de infraestruturas e espaços de lazer. A magnitude e a abrangência desses impactos variaram, indo desde impactos pontuais até regionais, com consequências diretas e indiretas para a comunidade e a biota local.

Ficou evidente que a erosão costeira é um fenômeno complexo e contínuo, influenciado por uma variedade de fatores naturais e antropogênicos. A falta de planejamento e de medidas adequadas de mitigação contribui para agravar os impactos e tornar suas consequências ainda mais severas.

Em adição, a análise das inundações nas praias de Jaboatão revela a interação direta entre o aumento do nível do mar e as tempestades, resultando em impactos significativos para a população local. Esses eventos não são exclusivos de Jaboatão, como evidenciado em estudos realizados em outras regiões costeiras (Leite, 2023). A falta de infraestrutura de drenagem e o aumento da impermeabilização do solo exacerbam os problemas de alagamento, exigindo medidas urgentes de planejamento e gestão. A compreensão desses padrões climáticos extremos é crucial para a implementação de estratégias de adaptação e mitigação, visando a segurança e resiliência das comunidades costeiras diante das mudanças climáticas.

Além disso, a análise dos impactos ambientais negativos e suas consequências para a população, fauna e flora destacou a relevância das áreas costeiras devido à variedade de

atividades afetadas pelo avanço do mar nas praias estudadas. Um aspecto que merece destaque é a perda de habitat para a desova de tartarugas marinhas em certas áreas, além da alteração na dinâmica comercial e de serviços em determinados pontos.

Diante disso, torna-se imprescindível adotar uma abordagem integrada e sustentável para a gestão e conservação dos ecossistemas costeiros. Medidas de adaptação e mitigação devem ser implementadas com urgência, visando garantir a resiliência desses ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades costeiras.

Além disso, é fundamental promover a conscientização e o engajamento da sociedade civil, dos governos locais e das instituições acadêmicas na busca por soluções eficazes e sustentáveis para enfrentar os desafios da erosão costeira.

Portanto, esta dissertação não apenas contribuiu para o avanço do conhecimento científico sobre a erosão costeira, mas também ofereceu subsídios importantes para a formulação de políticas públicas e estratégias de gestão ambiental voltadas para a conservação e o desenvolvimento sustentável das regiões costeiras.

Para pesquisas futuras, é fundamental ampliar o período de análise para obter uma compreensão mais abrangente dos impactos ambientais negativos. Isso implica investigar ao longo de um período mais longo de tempo devido à extensão da linha costeira de Jaboatão dos Guararapes-PE e às suas dinâmicas específicas. Será necessário realizar visitas periódicas em diferentes momentos do ano para avaliar as mudanças em cada área selecionada. Essa abordagem ampliada permitirá uma compreensão mais completa das causas subjacentes dos impactos na praia em estudo e facilitará a formulação de estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

Com base na análise detalhada dos impactos ambientais decorrentes da erosão marinha na praia de Candeias, foi possível alcançar os seguintes objetivos específicos: identificar os impactos ambientais negativos presentes na área, classificar esses impactos utilizando o método de Tommasi, e compreender como os diferentes níveis de efeitos desses impactos afetam tanto a população quanto a biota local. A pesquisa revelou não apenas a extensão e gravidade dos danos ambientais, mas também a necessidade urgente de implementar medidas de mitigação para proteger o ecossistema costeiro e a qualidade de vida dos moradores.

REFERÊNCIAS

- ADDAD, J. Alterações fluviais e erosão costeira. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 21-44, jun.-jul.,1997.
- ALMEIDA FILHO, G. S. Prevenção de erosões em áreas urbanas. **Anais... VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Presidente Prudente, CD-ROM, 1998.
- ARMESTO, R. C. G. **Temas geológicos para educação ambiental**. Caderno VI - Ação da água do mar no planeta terra. 2012.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- BIRD, E. C. F. **Coastline changes: a global review**. New York: J. Wiley & Sons, 1985.
- BORBA, Alexandre Luiz Souza. **Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das Praias da Piedade, Candeias e Barra das Jangada, Município do Jaboatão dos Guararapes, PE**. Orientador: Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso. 1999. 152 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco.
- BRASIL, Constituição. **Constituição**: República federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama**, n. 06. Ministério do Meio Ambiente,1986.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da Erosão Costeira no Brasil** [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial; Organização Dieter Muehe. Brasília: MMA (2018).
- BRASIL. Ministério do Turismo. **Programa de Regionalização do Turismo - Roteiros do Brasil: Módulo Operacional 7 Roteirização Turística**/ Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico. Coordenação Geral de Regionalização. – Brasília, 2007. Disponível em: http://www.regionalizacao.turismo.gov.br/images/roteiros_brasil/roteirizacao_turistica.pdf. Acesso em: 26 de out de 2023.
- CAMÕES, F. B.; UACANE, M. S.. EROSÃO COSTEIRA NA VILA SEDE DE PEBANE-MOÇAMBIQUE. **Educamazônia** - Educação, Sociedade e Meio Ambiente, v. 24, n. 1, jan-jun, p. 187-202, 2020.
- CARVALHO, K. K. A. *et al.* Dinâmica Evolutiva da Linha de Costa na Praia de Candeias—PE: Processos Geradores de Sustentabilidade. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 13-24, 2017.
- COE, J. M.; ROGERS, D. B. (Eds.). **Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions**. 432 p. Springer-Verlag, New York, NY, USA, 2000. ISBN 9780387947594.

CONCIANI, W. **Processos erosivos**: conceitos e ações de controle. 1 ed. Cuiabá: CEFET - MT, 2008.

COSTA, G. J. A. **Integração de parâmetros morfodinâmicos para o entendimento da erosão costeira no município de Jaboatão dos Guararapes (PE)–Brasil**. Orientador: Prof. Dr^a. Maria das Neves Gregório. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CPRM. **Atlas do Meio Físico de Jaboatão dos Guararapes**. Governo do Estado de Pernambuco, PE. 1997.

DEBEUS, G. FERREIRA, S. mpactos das medidas de controle da erosão costeira no turismo, estudo comparativo entre costa da caparica–portugal e João Pessoa e Cabedelo–Brasil. *In*: **TMS ALGARVE 2013** – Tourism e Management Studies International Conference. 2013.

DUTRA, F. R. L. S.; CIRANO, M.; BITTENCOURT, A. C. S. P. *et al.* Meteorological tides and episodes of severe coastal erosion on the coast of Salvador, Bahia State, Brazil. *Brazilian Journal of Geophysics*, v. 32, n. 4, p. 615-639, 2014.

FERNANDES, J. A. **Estudo da erodibilidade de solos e rochas de uma voçoroca em São Valentim, RS**. Orientador: Prof. Dr. Rinaldo José de Barbosa Pinheiro. 2011. 127 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2011.

FRANÇA, R. S. **Identificação de áreas inundáveis nos bairros de Barra de Jangada, Guararapes e Marcos Freire** – município de Jaboatão dos Guararapes/PE. Trabalho de Monografia – UFPE, Recife, 2015.

FRANÇA, R. S.; GIRÃO, O.; MIRANDA, M. R. B.; RAFAEL, L. M. Identificação de áreas inundáveis no município de Jaboatão dos Guararapes–região metropolitana do Recife/PE. **OKARA: Geografia em debate**, v. 10, n. 1, 2016.

FREITAS, A. J.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; PINTO, F. A. PEREIRA, S. B.; GOMES FILHO, R. R.; TEIXEIRA, A. F.; BAENA, L. G. N. MELLO, L. T. A. NOVAIS, L. F. **Equações de chuva intensas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2001. 65p.

G1 PERNAMBUCO. Engorda da orla de Jaboatão é concluída, mas ainda há problemas. **G1 PERNAMBUCO**, 2013. Disponível em: <https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/10/engorda-da-orla-de-jaboatao-e-concluida-mas-ainda-haproblemas.html#:~:text=As%20obras%20de%20engorda%20da,areia%20j%C3%A1%20foi%20levada%20embora>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

GOIS, L. A. **A interferência das estruturas de proteção da costa na preservação dos sedimentos costeiros da praia de Bairro Novo, Olinda-PE**. 2018. Dissertação de mestrado. UFPE.

GOIS, L. A. *et al.* **A intensificação de processos erosivos costeiros em decorrência do uso de estruturas impermeáveis em obras de contenção do avanço do mar**. *In*: VI Congresso

Sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde, África.

GOIS, Luis Augusto de. **A interferência das estruturas de proteção da costa na preservação dos sedimentos costeiros da praia de Bairro Novo, Olinda-PE.** Orientador: Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso. 2018. Dissertação de mestrado. UFPE.

GOLDANI, Jurandi Zanoti. **Ocupação antrópica e sócio-ambiental na área de captação do reservatório do DNOS Santa Maria-RS.** Orientador: Roberto Cassol. 2006. Tese doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

GOMES JUNIOR, G. D. **Aprimoramento do clima de ondas do SMC como subsídio ao estudo da erosão no litoral de Pernambuco.** Orientador: Orientador: Dr. Alex Costa da Silva. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

GOUVEIA SOUZA, C. R. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada** - Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

GRIGGS, G. **Coasts in crisis: A global challenge.** Univ of California Press, 2017.

GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** Brasília: MMA, 2011. 272 p.

GUERRA, N. C *et al.* **Monitoramento ambiental integrado-MAI: avaliação dos processos de erosão dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife e Paulista.** 265 p. (Relatório 1). 2007.

IBGE (2022). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros** em 01.07.2017. Disponível <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/jaboatao-dos-guararapes/panoram> em Acesso em: 12 agosto. 2023.

IBGE, 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios defrontantes com o mar.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [S.d], 2009.

JAMES, R. J. From beaches to beach environments: linking the ecology, human-use and management of beaches in Australia Ocean & Coastal Management. **Ocean and Coastal Management**, v.43 p.495-514, 2000.

KOERICH, M. P. **Expansão e impactos de obras de engenharia costeira no litoral do estado de Santa Catarina, Brasil.** Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Coutinho Abuchacra.

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Carvalho da Silva. 2023. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). 96 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

KÖPPEN, Vladimir. Tente classificar os climas, de preferência de acordo com suas relações com o mundo vegetal. **Revista Geográfica**, v. 6, n. 11. H, pág. 593-611, 1900.

LEITE, P. A. C. **Análise do impacto do aumento do nível do mar em um sistema de macrodrenagem no Espírito Santo**. Orientador: Ana Paula Moni Silva. 2023. Dissertação mestrado (Engenharia Hídrica). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2023.

LEITE, P. A. C.; SILVA, A. P. M.; MATTOS, E. V.; Caracterização da precipitação através de radar meteorológico e pluviômetro para um evento pluviométrico no Rio da Draga em Vila Velha – Es. **Anais... XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2023, Florianópolis.

LÉLIS, R. J. F.; CALLIARI, L. J. Historical shoreline changes near lagoonal and river stabilized inlets in Rio Grande do Sul state, southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, p. 301-305, 2006.

LIMA, C. O.; OLIVEIRA, R. C. Os processos de erosão e progradação no município de ilha comprida- SP. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p. 902 - 915, 2012.

Lima, M., Alves, F., Marto, M., & Coelho, C. Medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e aos efeitos das alterações climáticas. **Revista Recursos Hídricos**, v. 42, n. 1, p. 61-70, 2021.

LINS-DE-BARROS, F. M. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos socioeconômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio De Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2005. DOI:10.20502/rbg.v6i2.54. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/54>. Acesso em: 16 ago. 2023.

LUIJENDIJK, Arjen *et al.* The state of the world's beaches. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 6641, 2018.

MABESOONE, J. M. **Petrografia sedimentar**. Recife: Escola de Geologia, 1964. 62p.

MAI – Projeto Monitoramento Ambiental Integrado (2009) – **Avaliação dos Processos de Erosão Costeira nos Municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes – Relatório Final**. v. I, 171 p., v. II, 145 p., v. III, 141 p. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil.

MALLMANN, D. L. B. **Análise de risco à erosão costeira de curto-termo para o litoral central de Pernambuco**. Orientadora: Profa. Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo. Co-orientador: Prof. Dr. Enrique Andrés López Droguett. 2016. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

MALLMANN, D. L. B. **Análise de risco à erosão costeira de curto-termo para o litoral central de Pernambuco**. 2016. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

MARCOVITCH, J.; MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S. **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades**. Ibep, G., São Paulo. 2010.

MARTELLOTTA, A.; LOBO, H. A. S. As mudanças climáticas globais deveriam incomodar os resorts litorâneos do nordeste brasileiro? should global climate change bother the coastal resorts of brazil northeast? **Revista Turismo Estudos e Práticas-RTEP/UERN**, v. 12, n. 1, 2023.

MARTINS, M. H. A. **Caracterização Morfológica e Vulnerabilidade das Praias do Litoral da Ilha de Itamaracá-PE**. Orientador: Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso. 1997. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.

MATTOS, M. B. C.; BEZERRA. **Análise do impacto erosivo em praias urbanas: estudo de caso praia de Piratininga, Niterói, RJ**. Orientador: Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos. 2022. 158p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. S.; GONÇALVES, R. M.; ARAUJO, T. C. M.; SOUSA, P. H. G. O. Análises da vulnerabilidade à erosão costeira através de geoindicadores nas praias de Piedade e Paiva (PE), Brasil. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 455-468, 2018.

MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. S.; GONÇALVES, R. M.; ARAUJO, T. C. M.; SOUSA, P. H. G. O. Análises da vulnerabilidade à erosão costeira através de geoindicadores nas praias de Piedade e Paiva (PE), Brasil. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 455-468, 2018.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MOURA, C. M. *et al.* Impactos Ambientais decorrentes da erosão costeira na Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes. **V Simpósio Brasileiro de Oceanografia: Oceanografia e Políticas Públicas**. Santos-SP, p. 1-5, 2011.

MOURA, C. M. *et al.* Impactos Ambientais decorrentes da erosão costeira na Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes. **V Simpósio Brasileiro de Oceanografia: Oceanografia e Políticas Públicas**. Santos-SP, p. 1-5, 2011.

MUEHE, D (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 475, 2006.

MUEHE, D. Estado morfodinâmico praias no instante da observação: uma alternativa de identificação. **Revista brasileira de Oceanografia**, v. 46, p. 157-169, 1998.

MUEHE, D. **O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação**. In: CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T.(org). Geomorfologia do Brasil. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1998.

NAINE, T. G. **Avaliação da suscetibilidade e da vulnerabilidade à erosão costeira a partir de geoindicadores: um estudo de caso na orla marítima entre Casimiro de Abreu e Rio das Ostras (RJ)**. Orientadora: Profa. Dra. Thais Baptista da Rocha. 2018. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) -Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

NASH, Anne D. Impacts of marine debris on subsistence fishermen an exploratory study. **Marine Pollution Bulletin**, v. 24, n. 3, p. 150-156, 1992.

National Centers for Environmental Information. **Earth had its warmest June on record; June sea surface temperature anomaly was highest for any month on record..** Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202306> Acesso em: 12 de ago. de 2023.

National Centers for Environmental Information. Earth had its warmest June on record; June sea surface temperature anomaly was highest for any month on record. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202306>. Acesso em: 12 ago. 2023.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAUJO, R. C. Dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes de processos erosivos: aspectos teóricos. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018.

OLIVEIRA, J. H. **Identificação dos Impactos Ambientais Negativos Derivados da Erosão na Praia de Candeias** (Jaboatão dos Guararapes-PE). 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PBMC. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6, 2016.

PEREIRA, L. C. C.; COUTINHO, P. N. Consequências ambientais causadas por obras de contenção da erosão marinha nas praias de Casa Caiada e Rio Doce- PE. **Anais...** Congresso de Iniciação Científica, Recife, 1995.

PRESS, Frank *et al.* **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

REI, F.; PINHO, M. M. L. As ações de adaptação climática em cidades costeiras: viabilidade econômica na cidade de Santos para redução do risco de elevação do nível do mar. **Revista de Direito da Cidade**, v. 15, n. 2, p.637-659, 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

SANTOS, D. H. C.; PASSAVANTE, J. Z. O.; BARROS, D. C. P. Biomassa fitoplanctônica na praia de Candeias, PERNAMBUCO (BRASIL): a construção de um quebra-mar como agente transformador. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2007.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: Teoria e prática**. Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, U. S. T. **Avaliação Geoambiental das Praias do Município de Jaboatão dos Guararapes, Região Metropolitana do Recife**. Orientadora: Profa. Dra. Núbia Chaves Guerra. 2008. Dissertação de mestrado, pós-graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 125p.

- SANTOS, W. S.; TENORIO, D. O. **Moluscos dos substratos inconsolidados do médio litoral do estuário do Rio Jaboatão, Pernambuco -Brasil**. 2004. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- SCHER, A. B. S.; SILVA, S. O. B.; ABREU, V. S. Impacto da erosão costeira nas atividades turísticas no bairro São Domingos - Ilhéus (BA): uma análise da percepção dos comerciantes locais. **Cadernos Macambira**, v. 8, n. especial 3, p. 289-309, 2023.
- SILVESTRI, F. The Impact of Coastal Erosion on Tourism: A Theoretical Model. **Theoretical Economics Letters**, v. 8, p. 806-813, 2018.2018.
- SOUZA, C. R. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.
- SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias do estado São Paulo: causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In: BONONI, V. L. R.; SANTOS JUNIOR, N. A. (Org.). **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: a síntese de um ano de conhecimento acumulado**. São Paulo: Instituto de Botânica - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009. p. 48-69.
- SOUZA, C. R. G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 6, n. 1, p. 45-62. 2005.
- SUGUIO, K. Influências das flutuações do nível relativo do mar e da deriva litorânea de sedimentos na formação dos plainos costeiros quaternários do Brasil. **Anais...** Simpósio sobre depósitos quaternários das baixadas litorâneas brasileiras: Origem, características geotécnicas e experiências de obras, 1988, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABMS, 1988. v. 1. p. 1.1 - 1.18.
- TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 1994. 355p.
- UACANE, M. S. Impactos ambientais decorrente da erosão costeira na orla marítima da Cidade da Beira (Moçambique). **EDUCAmazônia**, v. 12, n. 1, p. 209-218, 2014.
- VALENTE, K. M. **Os impactos de eventos tempestade e efeitos da urbanização na orla marítima de Itaipuaçu (Maricá - RJ) entre os anos de 2004 a 2022**. 2022. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.
- VASCONCELOS, R. G. F. **Estudo do fenômeno da erosão marinha na praia de Icarai no município de Caucaia-Ceará**. Fortaleza. Tese (Mestrado em Segurança Pública e Defesa Civil) -Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza, 2010.
- VIANNA, L. F. N.; ARAÚJO, C. E. S.; VANZ, A. Erosão de praias e ressacas na Ilha de Santa Catarina: causas, histórico recente e possibilidades de ação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 35, n. 1, jan. 2022. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1277/1287>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VOUSDOUKAS, M. I. *et al.* Sandy coastlines under threat of erosion. **Nature climate change**, v. 10, n. 3, p. 260-263, 2020.