



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento Acadêmico de Cursos Superiores

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental

MATHEUS VICTOR TAVARES DA SILVA

**ESTUDO DA EROSÃO MARINHA COM BASE NO PROJETO DE ENGORDA DAS
PRAIAS DE BARRA DE JANGADA, CANDEIAS E PIEDADE NO MUNICÍPIO DE
JABOATÃO DOS GUARARAPES EM PERNAMBUCO**

Recife

2025

MATHEUS VICTOR TAVARES DA SILVA

**ESTUDO DA EROSÃO MARINHA COM BASE NO PROJETO DE ENGORDA DAS
PRAIAS DE BARRA DE JANGADA, CANDEIAS E PIEDADE NO MUNICÍPIO DE
JABOATÃO DOS GUARARAPES EM PERNAMBUCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Ambiente Saúde e Segurança do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Hernande Pereira da Silva

Recife

2025

S586a
2025

Silva, Matheus Victor Tavares da.

Estudo da erosão marinha com base no projeto de engorda das praias de Barra de Jangada, Cadeias e Piedade no município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco / Matheus Victor Tavares da Silva. --- Recife: O autor, 2025.
72f. il. Color.

TCC (Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, 2025.

Inclui Referências.

Orientador: Professor Dr. Hernande Pereira da Silva

1. Gestão Ambiental. 2. Erosão marinha. 3. Proteção costeira. 4. Engorda de praia. I. Título. II. SILVA, Hernande Pereira da (orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 363.70981 (23.ed.)

MATHEUS VICTOR TAVARES DA SILVA

**ESTUDO DA EROSÃO MARINHA COM BASE NO PROJETO DE ENGORDA DAS
PRAIAS DE BARRA DE JANGADA, CANDEIAS E PIEDADE NO MUNICÍPIO DE
JABOATÃO DOS GUARARAPES EM PERNAMBUCO**

Prof.º Dr.º Hernande Pereira da Silva – IFPE

Orientador

Prof.º Dr.º José Severino Bento da Silva – IFPE

Avaliador interno

MSc. Eric Bem dos Santos - UFPE

Avaliador externo

Dr.ª Maria Alice de Lira Borges -

Avaliador externo

Dr.ª Marianne de Lima Barboza

Avaliador externo

Recife

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que abençoa cada vez mais a minha vida e a minha trajetória aqui na terra.

A minha mãe, a minha avó e a minha família, por todo amor e carinho dado a mim, aos concelhos e por serem sempre o meu Norte.

A minha companheira Érica, por sempre me encorajar e me incentivar, não só na elaboração dessa pesquisa como nas batalhas da vida.

Agradeço ao meu Orientador e Professor Hernande Pereira, que não mediu esforços para me ajudar na elaboração deste trabalho, assim como todo conhecimento passado ao longo desses anos acadêmicos.

Aos professores do Curso de Gestão Ambiental do IFPE, por terem deixado a forma de aprendizado mais leve.

A banca organizadora, por ter aceitado o convite para avaliar este trabalho.

Ao Instituto Federal de Pernambuco por ter me presenteado com tantas oportunidades de conhecimento e desenvolvimento acadêmico.

Ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (Geosere – UFRPE), por ter me acolhido para a realização desta pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram e fizeram parte da minha vida acadêmica, o meu muito obrigado.

“Não dá mais para nos iludir, cobrindo as feridas da Terra com esparadrapos. Ou mudamos de curso, preservando as condições de vitalidade da Terra ou o abismo já nos espera”

Leonardo Boff

RESUMO

Os ambientes costeiros estão sujeitos a frequentes e intensas transformações, caracterizadas tanto por ações antrópicas quanto por efeitos naturais, como os ventos e a energia das ondas do mar (Muehe, 2001). No Brasil, os danos causados pela erosão marinha geram impactos não apenas à infraestrutura das áreas litorâneas, mas também aos setores de comércio, turismo e lazer. Municípios costeiros de Pernambuco, como Jaboatão dos Guararapes, enfrentam sérios processos de erosão marinha. Diante disso, foi elaborado o Projeto de Recuperação da Orla Marítima, com o objetivo de recuperar as praias dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista (ITEP, 2012). A presente pesquisa realizou um estudo da erosão marinha com base nesse projeto, tendo como objetivo analisar seus resultados no município de Jaboatão dos Guararapes. Os procedimentos metodológicos adotados incluíram pesquisa documental, levantamento bibliográfico e visita de campo. Foram empregadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tecnologias que permitem a aquisição de imagens e a análise de dados relacionados à superfície terrestre. Como resultado, foi possível obter uma compreensão mais aprofundada da dinâmica das marés, confirmando o acúmulo de sedimentos nas praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade, por meio da implantação do referido projeto.

Palavras-chave: Imagens de satélites; Proteção costeira; Faixa de areia; Engorda de praia; Orla Marítima.

ABSTRACT

Coastal environments are subject to frequent and intense activities characterized over time by human activities and natural effects such as wind and sea wave energy (Muehe, 2001). In Brazil, the damage caused by marine erosion impacts not only the infrastructure of the coastal environment, but also commerce, tourism and leisure. Some of the coastal municipalities of Pernambuco, such as Jaboatão dos Guararapes, have undergone serious processes of marine erosion, so the Seashore Recovery Project was created with the aim of recovering the beaches in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda and Paulista (ITEP, 2012). In this present research, a study of marine erosion was carried out based on the Seashore Recovery Project in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, with the aim of analyzing its results. In this study, the methodological procedures adopted were based on documentary research and bibliographical research, in addition to field visits. In this way, geoprocessing and remote sensing techniques were used, which are technologies that allow the acquisition of images and the analysis of data related to phenomena that occur on the Earth's surface. As a result, it was possible to obtain a deeper understanding of tidal dynamics, confirming the accumulation of sediments on the beaches of Barra de Jangada, Candeias and Piedade, through the implementation of the seafront recovery project.

Keywords: Satellite images; Coastal protection; Sand strip; Beach enlargement; Seafront.

LISTA DE SIGLAS

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGOBT	Coordenação-Geral de Observação da Terra
DIDGI	Divisão de Geração de Imagens
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIG	Sistemas de Informação Geográfica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Campo de espigões localizados na orla do município de Olinda em Pernambuco.....	23
Figura 2	-	Quebra-mares localizado no município do Paulista em Pernambuco.....	24
Figura 3	-	Quebra-mar localizado próximo ao Porto de Salvador.....	24
Figura 4	-	Alternativa de engenharia para o município de Jaboatão dos Guararapes.....	27
Figura 5	-	Localização da Área de Estudo.....	36
Figura 6	-	Fluxograma contendo as quatro etapas metodológicas.....	38
Figura 7	-	Draga utilizada no projeto de engorda das praias de Jaboatão dos Guararapes.....	42
Figura 8	-	Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2009.....	44
Figura 9	-	Vetorização da praia de Candeias no ano de 2009.....	45
Figura 10	-	Vetorização da praia de Piedade no ano de 2009.....	46
Figura 11	-	Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2014.....	47
Figura 12	-	Vetorização da praia de Candeias no ano de 2014.....	48
Figura 13	-	Vetorização da praia de Piedade no ano de 2014.....	49
Figura 14	-	Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2021.....	50
Figura 15	-	Sobreposição das camadas <i>Shapefile</i> dos anos 2009, 2014 e 2021.....	52
Figura 16	-	Bancos de areia na praia de Barra de Jangada no ano de 2022.....	53
Figura 17	-	Faixa de areia na praia de Barra de Jangada no ano de 2022.....	53
Figura 18	-	Muro de contenção na praia de Barra de Jangada no ano de 2022.....	54

Figura 19	- Lagoa situada próxima a praia Barra de Jangada no ano de 2022	55
Figura 20	- Vetorização da praia de Candeias no ano de 2021	56
Figura 21	- Sobreposição das camadas <i>Shapefile</i> dos anos 2009, 2014 e 2021 da praia de Candeias.....	58
Figura 22	- Quebra-mares localizado na praia de Candeias.....	59
Figura 23	- Faixa de areia localizada na praia de Candeias 2022	60
Figura 24	- Ponto de desova de tartaruga marinha, na orla de Candeias 2022	60
Figura 25	- Estrutura de contenção	61
Figura 26	- Vetorização da praia de Piedade no ano de 2021	62
Figura 27	- Sobreposição das camadas <i>Shapefile</i> dos anos 2009, 2014 e 2021 da praia de Piedade.....	64
Figura 28	- Pontos Presentes na praia de Piedade	65
Figura 29	- Faixa de areia da praia de Piedade	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	-	Extensão da orla da praia de Barra de Jangada (km ²).....	51
Gráfico 2	-	Extensão da orla da praia de Candeias (km ²)	57
Gráfico 3	-	Orla da praia de Piedade (km ²).....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Problemas causados na linha de costa pela interferência de estruturas artificiais.....	20
Quadro 2	- Legislações de uso e proteção da costa marítima.....	26
Quadro 3	- Bibliografia selecionada para os descritores de geologia marinha.....	32
Quadro 4	- Bibliografia selecionada para os descritores de erosão marinha.....	33
Quadro 5	- Bibliografia selecionada para os descritores de geotecnologias.....	34
Quadro 6	- Bibliografia selecionada para os descritores de sensoriamento remoto.....	34
Quadro 7	- Bibliografia selecionada para os descritores de geoprocessamento.....	35
Quadro 8	- Tábua de maré referentes aos anos de 2010, 2014 e 2021	43
Quadro 9	- Variação da área de engorda da praia de Barra de Jangada (km ²)..	52
Quadro 10	- Variação da área de engorda da praia de Candeias (km ²)	57
Quadro 11	- Variação da área de engorda da praia de Piedade (km ²)	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1	GEOLOGIA MARINHA	19
3.2	EROSÃO COSTEIRA.....	19
3.3	PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA MARÍTIMA.....	21
3.3.1	Espigões	22
3.3.2	Quebra-mares	23
3.3.3	Engordamento de praia.....	25
3.3.4	Desenvolvimento do projeto de recuperação da orla marítima do município de Jaboatão dos Guararapes.....	26
3.4	GEOTECNOLOGIAS.....	28
3.5	SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO	28
4	METODOLOGIA	31
4.1	NATUREZA DA PESQUISA	31
4.2	REVISÃO DE LITERATURA.....	31
4.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
4.4	DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS	37
4.4.1	Apresentação dos métodos utilizados na proteção costeira	38

	Identificação dos impactos causados pela erosão marinha na área	
4.4.2	de interesse, antes da implementação do projeto de engorda, no ano de 2009.....	38
4.4.3	Apresentação da situação da área de interesse, na conclusão da implementação do projeto de engorda, no ano de 2014.....	39
4.4.4	Apresentação da situação no ano de 2021 e 2022 da área de interesse após a implementação do projeto de engorda.....	39
5	RESULTADOS E ANÁLISE.....	41
5.1	MÉTODOS UTILIZADOS PARA RECUPERAÇÃO DA ÁREA COSTEIRA NA ORLA DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES.....	41
5.2	IMPACTOS CAUSADOS PELA EROSÃO MARINHA NA ÁREA DE INTERESSE, ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA, NO ANO DE 2009.....	42
5.2.1	Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2009..	43
5.2.2	Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2009	44
5.2.3	Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2009	45
5.3	SITUAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE, LOGO APÓS A CONCLUSÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA, NO ANO DE 2014.....	47
5.3.1	Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2014..	47
5.3.2	Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2014	48
5.3.3	Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2014	49
5.4	SITUAÇÃO NO ANO DE 2021/2022 DA ÁREA DE INTERESSE APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA.....	50
5.4.1	Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2021 e 2022.....	50
5.4.2	Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2021 e 2022.....	55
5.4.3	Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2021 e 2022.....	61

6	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros, localizados na faixa de transição entre a terra e o mar, são regiões sujeitas a intensas dinâmicas naturais, caracterizadas por frequentes mudanças morfológicas decorrentes da ação das ondas oceânicas (Brown, 1999 *apud* Marcondes, 2005). Quando o transporte de sedimentos nesses ambientes é alterado pela destruição da vegetação ou pela construção de edificações, ocorre um desequilíbrio no balanço sedimentar, comprometendo a estabilidade da linha de costa e gerando riscos significativos de erosão (Muehe, 2001).

Ao longo da zona costeira brasileira, os danos causados pela erosão marinha têm se intensificado. Por esse motivo, é cada vez mais comum que municípios costeiros adotem projetos de requalificação de suas orlas e faixas de areia, com o objetivo de mitigar tais impactos (ITEP, 2012).

Essa realidade também se aplica ao estado de Pernambuco, onde muitos municípios apresentam ocupação desordenada das áreas litorâneas. No município de Jaboatão dos Guararapes, as praias vêm sofrendo sérios processos de erosão marinha, causados principalmente pelo uso e ocupação descontrolados dessas áreas. Diante dessa problemática, foi elaborado um projeto de engorda com o objetivo de recuperar as praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade (ITEP, 2012).

Para aprofundar o conhecimento sobre o tema, foi realizada uma pesquisa bibliográfica por meio de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Google Acadêmico, abordando os seguintes tópicos: geologia marinha, erosão marinha, projeto de engorda e geotecnologias utilizadas para a análise dos resultados desse projeto na área em estudo. No entanto, a busca pelo termo “projeto de engorda” associado a “Jaboatão dos Guararapes” retornou apenas doze resultados, evidenciando a escassez de publicações específicas sobre o tema.

Com base nesse estudo, espera-se contribuir para a compreensão dos efeitos causados pela erosão marinha na área analisada, bem como indicar as melhores técnicas a serem aplicadas em regiões comprometidas por esse fenômeno. Os resultados almejados visam beneficiar a sociedade civil, a comunidade acadêmica e a gestão pública.

Considerando todos esses aspectos, destaca-se a importância do estudo da erosão marinha com base no projeto de engorda das praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade, no município de Jaboatão dos Guararapes, por meio do uso de geotecnologias, viabilizando o gerenciamento e a tomada de decisões mais eficazes em ambientes costeiros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os resultados alcançados pelo projeto de recuperação da orla marítima nas praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade no município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco por meio de Geotecnologias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os métodos de proteção costeira empregados no projeto de engorda de Jaboatão dos Guararapes.
- Identificar os impactos causados pela erosão marinha na área de interesse antes da implementação do projeto de engorda, no ano de 2009.
- Apresentar a situação da área de interesse na conclusão da implementação do projeto de engorda no ano de 2014.
- Apresentar a situação no ano de 2021 e 2022 da área de interesse após a implementação do projeto de engorda.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção nos propomos a abordar, os temas a serem explanados nesta pesquisa com base na revisão das pesquisas e as discussões relacionadas aos temas a serem apresentados. Buscando elucidar e orientar o desenvolvimento do trabalho tendo em vista deixá-lo mais nítido atendendo as expectativas e clareza para os integrantes da academia e a sociedade civil de maneira geral.

3.1 GEOLOGIA MARINHA

Segundo o Portal da Mineração (2022), a geologia marinha, que também é conhecida como oceanografia abiótica, engloba o estudo das áreas oceânicas, investigando a geologia, a morfologia do leito marinho, a evolução morfoestrutural das margens continentais, a distribuição de sedimentos, os recursos minerais e a dinâmica costeira.

A geologia marinha possui extrema relevância nos mais diversos âmbitos, incluindo as mudanças climáticas, riscos naturais e recursos minerais. É visto que nas próximas décadas iremos necessitar cada vez mais extrair recursos dos fundos marinhos, porém também é de extrema importância a preservação desse ecossistema (Barriga, 2020).

3.2 EROSÃO COSTEIRA

As áreas costeiras, são ambientes de alta complexidade, pois é formado por uma área de interação da atmosfera, do continente e do oceano. Além disso, o ambiente costeiro sofre interferências abióticas constantemente, no qual seguem modificando o seu meio em diferentes escalas temporal. Além dos processos naturais, as construções irregulares em áreas costeiras e a construção de barragens em rios, impedindo que os sedimentos alcancem as áreas costeiras, limitando os processos de remobilização e sedimentação costeira, constituem exemplos dessas interferências (Souza, 2008).

A erosão costeira é um processo natural que sempre esteve presente e corroborou, ao longo da história, a modelar a costa, embora haja evidências cujo demonstre, no entanto, que agora a atual escala está longe de ser natural. A mesma representa a retirada de sedimentos da costa, a acreção ou processo inverso, podendo ser causadas pela variação do nível do mar, variação da fonte de sedimentos, modificações no regime de energias das ondas, ou resposta morfodinâmica às atividades antrópicas como os espigões, quebra-mares e portos (Muehe, 1996 *apud* Caldas, 2018).

A zona costeira é influenciada por uma interação de fatores oceânicos, atmosféricos e continentais, tornando-a particularmente sensível a mudanças climáticas (Muehe e Neves, 2008).

Podem ser apontados entre os motivos de erosão costeira: ações dos agentes naturais que atuam ao longo da costa e ações antrópicas ligadas à implantação de estruturas artificiais, seja para criar áreas (equipamentos de lazer e turismo, portos entre outras), seja para a tentativa de correção de problemas (ITEP, 2012).

Existem alguns problemas que podem ser ocasionados pela interferência de tais estruturas artificiais. Estes problemas serão apresentados e exemplificados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Problemas causados na linha de costa pela interferência de estruturas artificiais

Problemas	Definição e Exemplos
Alteração do transporte litorâneo	Interrupção ou modificação da movimentação de sedimentos ao longo da costa, sob a ação das ondas e correntes. Como exemplo podemos citar a construção de um espigão perpendicular à praia e molhes de proteção portuária
Alterações nos padrões das correntes litorâneas	Por exemplo, a construção de obras na pós-praia, na zona de arrebentação, causando alteração das correntes;
Modificação das características das ondas por efeito de refração e/ou difração em estruturas	Interrupção do aporte de sedimentos por obras nos rios (barragens, fixação de margens e leito).

Fonte: Autor (2022), com base em MAI (2009 *apud* ITEP, 2012)

Além do que foi apresentado pode-se ainda citar tipos de alterações da linha de costa por meio de causas naturais, como por exemplo:

- Alterações climáticas;
- ondas e correntes, como principais agentes de transporte na zona imersa;
- variação do nível de água;
- alterações naturais no aporte sedimentar dos rios; e
- chuvas intensas.

A erosão costeira é um dos problemas mais persistentes que enfrentamos. Para combater seus efeitos, várias alternativas são implementadas, como a construção de muros de proteção, diques, quebra-mares, espigões, molhes e outras estruturas destinadas a preservar a linha costeira. No entanto, a erosão persiste, muitas vezes desafiando os esforços humanos para contê-la (ITEP, 2012).

3.3 PROJETO DE RECUPERAÇÃO DA ORLA MARÍTIMA

Segundo o Relatório de Impacto Ambiental (ITEP, 2012), o projeto de recuperação da orla marítima, trata-se de um projeto estruturador, uma iniciativa do Governo do Estado no qual faz parte da política pública de controle dos efeitos causados pelas mudanças climáticas em Pernambuco. Visando mitigar os efeitos da erosão marinha dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, do Recife, de Olinda e do Paulista.

A extensa faixa de areia nas praias destes quatro municípios deixa claro a urgente necessidade de implementar projetos de engenharia de maneira integrada, abrangendo toda a região. Esses projetos devem ser baseados em soluções técnicas que permitam a mitigação dos impactos ambientais, cumprindo com as regulamentações e requisitos estabelecidos pelos órgãos ambientais. Além disso, essas soluções devem levar em consideração as particularidades ambientais de cada setor, bem como as características individuais de cada município (ITEP, 2012).

Portanto, é evidente que revitalizar a praia e sua área tem um impacto direto no desenvolvimento socioeconômico e na preservação ambiental de municípios litorâneos. Além disso, isso representa a criação de novas oportunidades em um ambiente democrático e de acesso público (ITEP, 2012).

3.3.1 Espigões

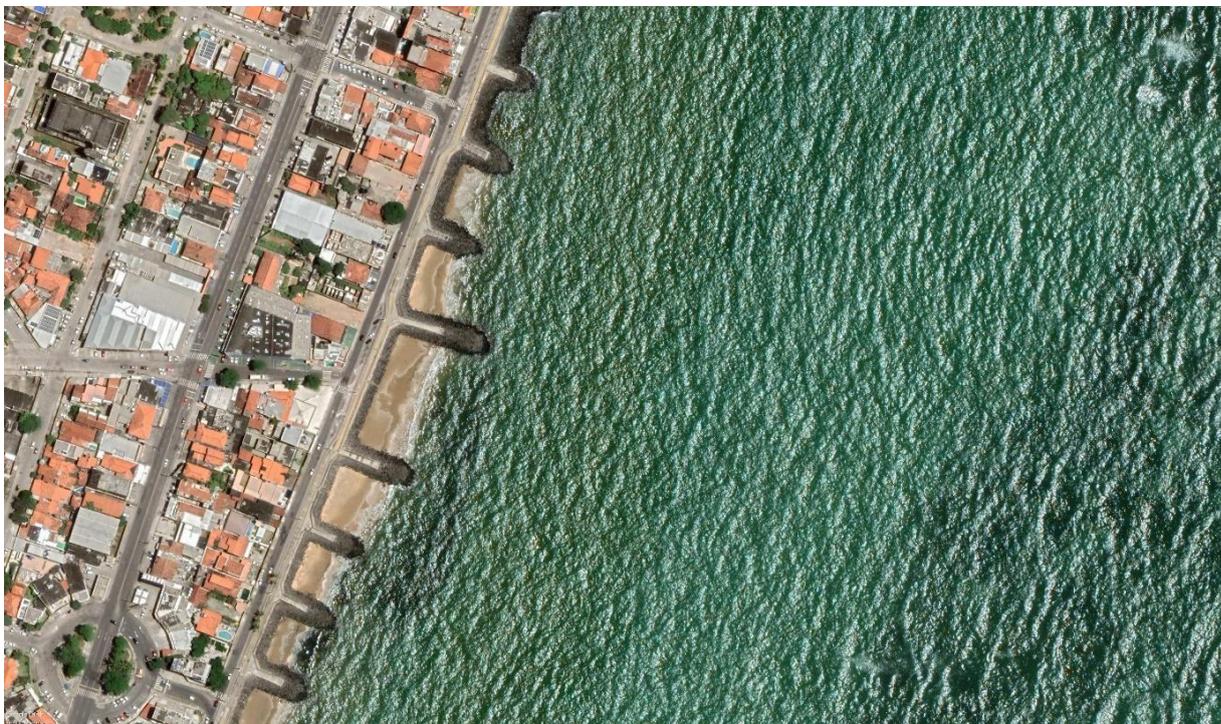
Os espigões são construções que se delongam perpendicularmente à linha de costa. Esse tipo de estrutura é normalmente instituído, quando a direção do transporte de sedimentos devido às correntes longitudinais é conhecida (Fischer e Calliari, 2006).

Ainda assim, os espigões são estruturas de proteção costeira posicionadas de maneira transversal em relação à costa, com o propósito de reter sedimentos e prevenir a erosão costeira (ITEP, 2012).

Os espigões são recomendados para reter os sedimentos em praias que foram engordadas de forma artificial ou até mesmo para proteção de áreas naturais próximas às engordas devido à alta sedimentação. Ainda assim, existem desvantagens quanto ao uso dessa estrutura pois elas poderão prejudicar as praias vizinhas, pois retêm a areia que iria abastecer estas praias (U.S. Army Corps Of Engineers, 1981 *apud* Fischer e Calliari, 2006).

Os espigões podem ser feitos de madeira, pedras, concreto, aço ou com sacos preenchidos com areia e quando aplicado em conjunto com outros espigões são comumente chamados de campo de espigões. O objetivo desta obra é ser resistente às forças produzidas por ondas e correntes, ao impacto de entulhos flutuantes e às pressões criadas pela diferença de altura da areia entre os lados da estrutura (Fischer e Calliari, 2006). Na Figura 1, iremos observar um campo de espigões de concreto.

Figura 1 - Campo de espigões localizados na orla do município de Olinda em Pernambuco



Fonte: Google Earth (2022).

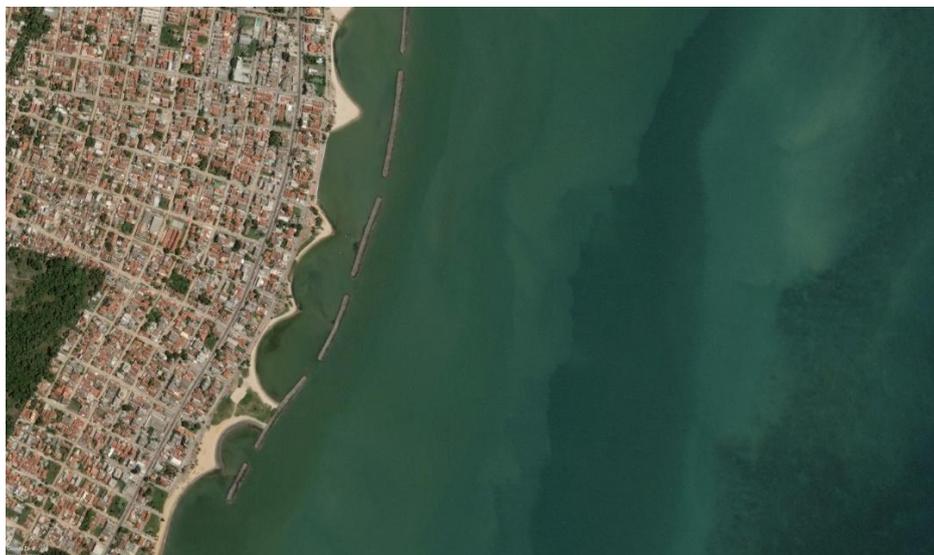
3.3.2 Quebra-mares

Quebra-mares são estruturas de proteção costeira dispostas longitudinalmente em relação à costa e projetadas para operar localmente, reduzindo a energia das ondas que atingem a orla. Isso é alcançado pela criação de uma zona de sombra onde os sedimentos em transporte ao longo da costa se acumulam (ITEP, 2012).

Segundo Ceccareli (2009), os quebra-mares também são chamados de obras longitudinais não aderentes, pois são estruturas paralelas construídas a certa distância da costa, são implantadas em áreas de maior profundidade do que os espigões, e visam a defesa da costa. Este tipo de estrutura, não impede completamente as ondas incidentes, elas agem como uma forma de barreira com o objetivo de dissipar a energia proveniente das ondas, prevenindo a erosão na área de sombra da obra na costa. A autora, ainda discorre que, nesta sombra existe a tendência de formação de uma saliência, chamada de tómbolo, que promove uma proteção da orla da praia. Em alguns quebra-mares são construídos com um vão entre

eles contribuindo para a qualidade das águas destinadas à recreação, melhorando sua oxigenação e renovação, assim será apresentado na Figura 2.

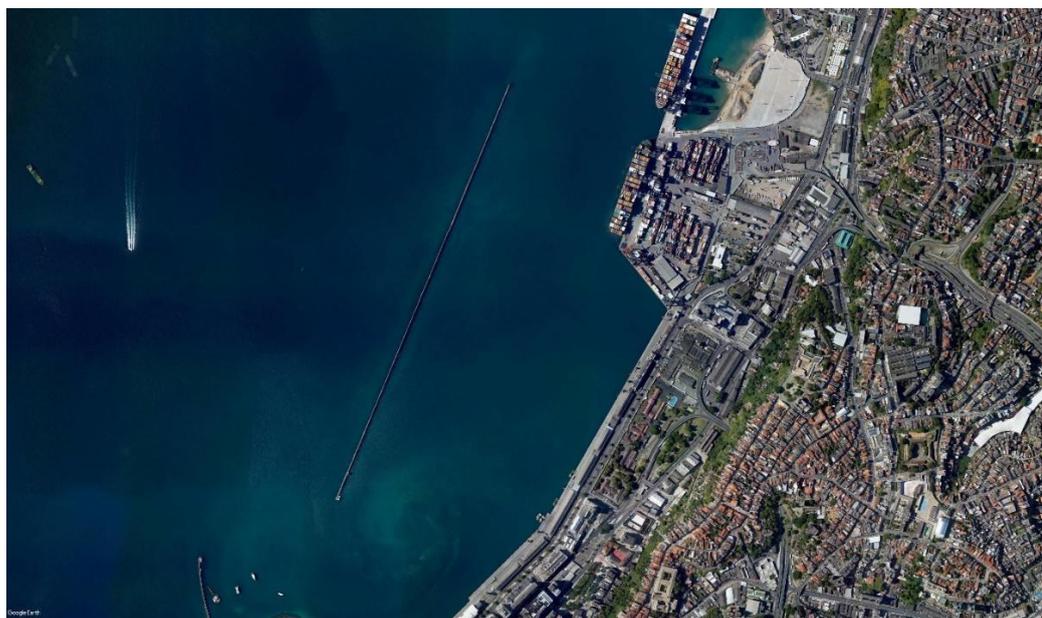
Figura 2 - Quebra-mares localizado no município do Paulista em Pernambuco



Fonte: Google Earth (2022).

O Quebra-mar apresentado na Figura 3, está localizado a cerca de 500m de distância do Porto de Salvador, protegendo a zona de evolução do porto das ações e correntes de maré da Baía de Todos os Santos, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Quebra-mar localizado próximo ao Porto de Salvador



Fonte: Google Earth (2022).

Existem alguns materiais que são utilizados nas estruturas dos quebra-mares dentre eles o mais utilizado é enrocamento cujo é um conjunto de blocos de pedra ou cimento, lançados uns sobre os outros dentro da água. Outro material usado para compor esse tipo de estrutura são os blocos artificiais de concreto utilizados em áreas de mais profundidade, podendo assim formar estruturas denominadas recifes artificiais, já em área mais abrigadas podem ser utilizadas estacas metálicas ou de madeira (Ceccarell, 2009).

3.3.3 Engordamento de praia

O engordamento de praia é o processo de adição de sedimentos de areia, geralmente obtidos a partir de áreas de empréstimo terrestres ou marinhas por meio de dragagem, para aumentar a largura e a elevação da praia (ITEP, 2012).

Já segundo Fischer e Calliari (2006), o engordamento de praia consiste no preenchimento de areia na linha de costa inserida através de meios mecânicos. A fonte de areia poderá estar no interior do corpo aquoso, de forma que deverá ser dragada ou, então, a fonte poderá estar situada em outro local onde a areia deverá ser transportada até a obra. É a medida de proteção costeira que mais se assemelha com o estado natural da praia, ao contrário das estruturas rígidas de engenharia costeira.

Existem diferentes métodos que podem ser utilizados na proteção da costa marítima, alguns são classificados como ações não estruturais, tais ações são medidas que não influenciam a forma física da zona costeira, porém atuam nos aspectos socioeconômicos da mesma, gerando condições de contorno mais favoráveis no sentido de reduzir as intervenções estruturais (CIRM, 2018 *apud* Alfredini, 2005).

Geralmente essas ações não estruturais são ações de planejamento territorial e gerenciamento de riscos e perigos costeiros (CIRM, 2018). Um exemplo são as legislações e seus instrumentos que dispõem sobre os usos e ocupações da zona costeira, como é possível observar no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2- Legislações de uso e proteção da costa marítima

Legislação	Objetivo	Instrumento
Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) - Lei nº 7.661/1988	Orientar a utilização nacional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.	<ul style="list-style-type: none"> • Zoneamento Ecológico-Econômico; • Monitoramento Costeiro; • Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro; • Plano de Gestão; • Sistema Nacional de Gerenciamento Costeiro.
Política Estadual de Gerenciamento Costeiro - LEI Nº 14.258, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010	Disciplinar e orientar a utilização dos recursos naturais da Zona Costeira do Estado de Pernambuco, através de instrumentos próprios, visando à melhoria da qualidade de vida das populações locais, à proteção dos ecossistemas, da beleza cênica e do patrimônio natural, histórico e cultural.	<ul style="list-style-type: none"> • Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro – PEGC; • os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro – PMGC; • Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima; • Sistema Estadual de Informações do Gerenciamento Costeiro – SIGERCO; • Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação Ambiental da Zona Costeira - SMA-ZC; • o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro – ZEEC.

Fonte: CIRM (2018).

3.3.4 Desenvolvimento do projeto de recuperação da orla marítima do município de Jaboatão dos Guararapes

A recuperação da Orla dos Municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista foi realizada utilizando estruturas do tipo espigões, engordamento de praia e quebra-mares (ITEP, 2012).

Já mais especificamente para o Município de Jaboatão dos Guararapes o projeto realizou a contenção da erosão realizada por meio de engordamento da praia com largura da berma de equilíbrio de 30m e a segmentação das estruturas rígidas compreendendo a remoção de cinco trechos de 100m do quebra-mar existente com

750m de extensão, remanescendo, portanto, cinco trechos de enrocamento com 50m cada na cota atual, com previsão para conclusão em 6 meses e meio (ITEP, 2012). Tais obras de engenharia são possíveis de visualizar na Figura 4, onde na legenda temos a indicação de pontos de perfil, sedimentação quebra mar, faixa de areia existente e faixa de engorda.

Figura 4: Alternativa de engenharia para o município de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: ITEP (2012) adaptado pelo autor.

3.4 GEOTECNOLOGIAS

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2021) as geotecnologias, são conjuntos de técnicas e métodos científicos aplicados à análise, à exploração, ao estudo e à conservação dos recursos naturais, considerando diferentes escalas e a informação espacial. Essas técnicas também são usadas para estudar a paisagem incluindo a, topografia, hidrografia, geologia e geomorfologia, assim como também as variáveis ambientais como, temperatura, pluviosidade e radiação solar.

As geotecnologias são capazes de analisar e auxiliar na prevenção de desastres naturais (enchentes, terremotos e erupções vulcânicas), além de gerenciar e monitorar a atividade humana. Esse conjunto de técnicas é composto por hardware (satélites, câmeras, GPS, computadores) e software capaz de armazenar, manipular informações geográficas e processar imagens digitais (EMBRAPA, 2021).

3.5 SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

De acordo com Lillesand e Kiefer (1987), o sensoriamento remoto é caracterizado como a ciência e a habilidade de adquirir informações sobre um objeto, uma área ou um fenômeno por meio da análise de dados obtidos de maneira que não envolva contato direto com o objeto, área ou fenômeno em questão. Esse processo de obtenção de informações faz uso de um meio específico, que, no contexto do sensoriamento remoto, é a energia eletromagnética.

A EMBRAPA (2021) define o termo sensoriamento remoto como a captura de informações ou características de um objeto por meio da análise de dados obtidos por dispositivos que não possuem contato com o objeto a ser investigado. Tais dispositivos, são definidos como sensores remotos, no qual possuem a capacidade de coletar a energia vinda do objeto em estudo, convertê-la em um sinal apto a ser reconhecido e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações sobre o referido objeto.

As tecnologias voltadas para o sensoriamento remoto deram início em balões equipados com câmeras fotográficas, essa começou a ser utilizada durante a segunda

metade do século XIX. O sensoriamento remoto também foi muito utilizado durante as duas grandes guerras e em 1972, os Estados Unidos da América, lançou seu primeiro satélite com o objetivo de imagear e registrar os recursos naturais do planeta Terra. (Rosa, 2003 *apud* Dias, 2008)

Segundo Rodrigues e Araújo (2018), no Brasil, o sensoriamento remoto tem sido utilizado em áreas importantes para estudos dos ecossistemas, ligadas, também, ao levantamento de recursos naturais e para monitorar o meio ambiente para benefício do desenvolvimento econômico e social local, visto ser um país de consideráveis proporções continentais, mas que, por outro lado, é utilizado em diversas outras regiões do mundo, em qualquer área de aplicação espaço temporal.

A era espacial de satélites artificiais de observação da Terra, para coleta de dados sobre os recursos naturais renováveis e não-renováveis, teve início no ano de 1972, quando os americanos colocaram em órbita o primeiro satélite, denominado EARTH -1, rebatizado por Landsat-1. Depois desse, vários outros foram colocados em órbita, por muitos países, inclusive o Brasil. (Moreira, 2004, p.166 *apud* Dias, 2008, p. 48).

Os respectivos sensores estão presentes em satélites artificiais e possuem a capacidade de captar a energia eletromagnética refletida ou emitida por alvos presentes na Terra, de forma passiva ou ativa. O que acontece é que após interagir com a radiação eletromagnética incidente denominada de radiância, alvos ou objetos (vegetação, recursos hídricos, edificações, áreas agrícolas, etc.) refletem essa radiação definida como irradiância de forma diferente, e isso representa sua assinatura espectral. Assim os sensores dos satélites são capazes de identificar a radiação refletida por cada tipo de alvo ou objeto, ou seja, são capazes de reconhecer as assinaturas espectrais (EMBRAPA, 2021).

O geoprocessamento é uma ferramenta de grande relevância para o estudo e monitoramento da superfície terrestre, em conformidade de sua constante mudança e da necessidade do seu monitoramento (Caldas, 2018).

Além disso, conforme traz a EMBRAPA (2021), o geoprocessamento constitui-se no uso de ferramentas computacionais para manejo e análise de dados geográficos. No qual o conjunto dessas ferramentas, juntos ao Sistemas de Informação Geográfica (SIGs ou GIS na sigla em inglês), permite analisar e cruzar dados proveniente de inúmeras fontes, permitindo assim extrair de informações e a tomada de decisão.

Já Rosa (2013), define o geoprocessamento como sendo a junção de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. E para complementar Antunes (2007, p. 2), dispõe que tal conceito, pode ser definido como o conjunto de técnicas e metodologias que abrange a aquisição de dados, arquivamento, processamento e representação de dados georreferenciados. No qual para obter tais dados é necessária uma fonte de dados e para processá-los é essencial um Software.

4 METODOLOGIA

4.1 NATUREZA DA PESQUISA

As propriedades dessa pesquisa, descreve o que Gil (2008) caracteriza como pesquisa aplicada, já que a tal, tem como singularidade o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas do conhecimento.

Entretanto, a pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos visando solucionar problemas específicos, envolvendo interesses locais (Silva, 2004).

Sendo assim admitiu-se as praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade localizadas no município de Jaboatão dos Guararapes como objeto de estudo, buscando analisar os resultados alcançados pelo projeto de engorda realizado in situ, assim como as características anteriores ao projeto.

Posto isso, em relação ao método científico, a pesquisa se classifica em pesquisa exploratória proporcionando maior familiaridade com o problema tendo em vista torná-lo explícito ou a construir hipóteses (Gil, 1991 apud Silva, 2004).

Além disso, foi utilizada uma abordagem metodológica envolvendo aspectos qualitativos e quantitativos, que de acordo com Knechtel (2014) a pesquisa qualitativa tem como alguns pressupostos a busca por informações diretamente no campo de pesquisa; a ênfase na descrição e explicação de fenômenos; a utilização de processos indutivos, a fim de construir conceitos, hipóteses e teorias. E adverso a isto a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-los e analisá-los (Gil, 1991 apud Silva, 2004).

4.2 REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor embasar o estudo, foram realizadas algumas pesquisas referentes aos tópicos que se dispunha, na fundamentação teórica, no qual, foram adotados, artigos, documentos, livros e teses que tinham uma proposta semelhante ao atual estudo. Posto isso, todos os resultados obtidos foram colados em quadros, em que foram subdivididos abrangendo, o autor, o título e a instituição, a classificação e o endereço.

O primeiro descritor a ser pesquisado foi, “geologia marinha” no qual foram obtidos de 2016 a 2022, aproximadamente 12.200 (doze mil e duzentos) resultados, no Google Acadêmico onde para direcionar melhor a busca, foi acrescentado o descritor Brasil, fazendo o uso do conectivo “AND”, obtendo aproximadamente 536 resultados. No Portal do Periódicos CAPES foi feito o mesmo processo gerando cerca de 123 (cento e vinte e três) resultados e 33 (trinta e três) acrescentando o conectivo Brasil, utilizando a busca avançada. Sendo assim foram selecionados três artigos referentes ao tema.

Quadro 3 – Bibliografia selecionada para os descritores geologia marinha

GEOLOGIA MARINHA		
AUTOR	TÍTULO / INSTITUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
BARRIGA, FERNANDO J.A.S.	A GEOLOGIA MARINHA NO BRASIL. 2020 10f. Instituição de Ensino: ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA.	Artigo
MONTEIRO, L. H. U. E MAIA. L. P.	A NOVA CIÊNCIA MARINHA. 2010 6f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ	Artigo
MARTINS, L. R. BARBOZA, E. G.	CECO: TRINTA E CINCO ANOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA MARINHA. 2004 Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	Artigo

Fonte: Autor (2022).

O segundo descritor a ser pesquisado foi, “erosão marinha” no qual foram obtidos de 2013 a 2022, aproximadamente 822 (oitocentos e vinte e dois) resultados, na plataforma do Google Acadêmico. Já quando o mesmo descritor foi buscado pelo Portal de Periódicos CAPES, foram gerados cerca de 9 (nove) resultados para o mesmo período. Sendo assim foram selecionados, um trabalho de conclusão de curso, dois artigos, e um RIMA.

Quadro 4 – Bibliografia selecionada para os descritores de erosão marinha

EROSÃO MARINHA		
AUTOR	TÍTULO / INSTITUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
CALDAS, KARINA F. R.	ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA EROSÃO MARINHA DOS MUNICÍPIOS LITORÂNEOS DE PAULISTA E OLINDA EM PERNAMBUCO '2018 60f. Instituição de Ensino: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO	TCC
CARVALHO, KARINA K. A. <i>et al.</i>	DINÂMICA EVOLUTIVA DA LINHA DE COSTA NA PRAIA DE CANDEIAS – PE: PROCESSOS GERADORES DE SUSTENTABILIDADE '2017 13f. Instituição de Ensino: ASSOCIAÇÃO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO	Artigo
ARAÚJO, MARIA <i>et al.</i>	ANÁLISE DA OCUPAÇÃO URBANA DAS PRAIAS DE PERNAMBUCO, BRASIL '2007 9f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	Artigo
MONTENEGRO, F. C. E XAVIER, SÉRGIO L. C.	RECUPERAÇÃO DA ORLA MARÍTIMA – MUNICÍPIOS DE JABOATÃO DOS GUARARAPES, RECIFE, OLINDA E PAULISTA (PERNAMBUCO) / 2012 120f. Instituição de Ensino: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO.	Rima

Fonte: Autor (2022).

O terceiro descritor a ser estudado pesquisado foi, “Geotecnologias”, onde se utilizou apenas a plataforma do Google Acadêmico, no qual foram obtidos aproximadamente 13.400 resultados (treze mil e quatrocentos) resultados desde o ano de 2013 até o ano de 2022. Contudo para obter um melhor direcionamento para a pesquisa foi acrescentado o conectivo “AND” e descritor “Erosão Marinha” obtendo cerca de 62 (sessenta e dois) resultados. Sendo assim foi admitido os seguintes estudos.

Quadro 5 - Bibliografia selecionada para os descritores de geotecnologias

GEOTECNOLOGIAS		
AUTOR	TÍTULO / INSTITUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
LIMA, DJENANE. R. M.	ANÁLISE DOS SISTEMAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE ICAPIÚ – CE COM O AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS. 2017 78f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ	Dissertação
COSTA, GRENDA J. A.	INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFODINÂMICOS PARA O ENTENDIMENTO DA EROÇÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES (PE) – BRASIL. 2020 112f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	Dissertação
SILVA, HERNANDE P.	MAPEAMENTO DAS ÁREAS SOB RISCO DE DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITES. 2009	Tese

Fonte: Autor (2022).

O quarto descritor a ser pesquisado foi, “Sensoriamento Remoto” no qual foram obtidos aproximadamente 17.200 (dezessete mil e duzentos) resultados no Google Acadêmico e 2.626 (dois mil seiscentos e vinte e seis) resultados através do Portal de Periódicos CAPES. Sendo assim, admitiu-se os seguintes estudos.

Quadro 6 – Bibliografia selecionada para os descritores de sensoriamento remoto
(continua)

SENSORIAMENTO REMOTO		
AUTOR	TÍTULO / INSTITUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
SILVA, S. R. R.; CHAVES, I. B., E. e ALVES, J. J. A.	SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE CAMARÁ-PB ‘2011 23f. Instituição: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS	Artigo

Quadro 6 – Bibliografia selecionada para os descritores de sensoriamento remoto
(continuação)

OLIVEIRA, M. C.	SENSORIAMENTO REMOTO: INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DO AMBIENTE URBANO '2004 76f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	Dissertação
STEFFEN, CARLOS A.	INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO '2016 44f. Instituição de Ensino: Instituto Nacional de pesquisas Espaciais	Apostila

Fonte: Autor (2022).

O quinto e último descritor a ser pesquisado “Geoprocessamento”, obteve aproximadamente 1.630 (um mil seiscentos e trinta) resultados no Portal de Periódicos CAPES e cerca de 16.400 (dezesseis mil e quatrocentos) resultados no Google Acadêmico, posto isso foi admito os seguintes estudos.

Quadro 7 - Bibliografia selecionada para os descritores de geoprocessamento
(continua)

GEOPROCESSAMENTO		
AUTOR	TÍTULO / INSTITUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
FARINA, FLÁVIA C.	ABORDAGEM SOBRE AS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO APLICADAS AO PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA '2006 13f. Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	Artigo
SILVA, S. R. R.; CHAVES, I. B., E. e ALVES, J. J. A.	SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE CAMARÁ-PB '2011 23f. Instituição: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS	Artigo

Quadro 7 - Bibliografia selecionada para os descritores de geoprocessamento
(continuação)

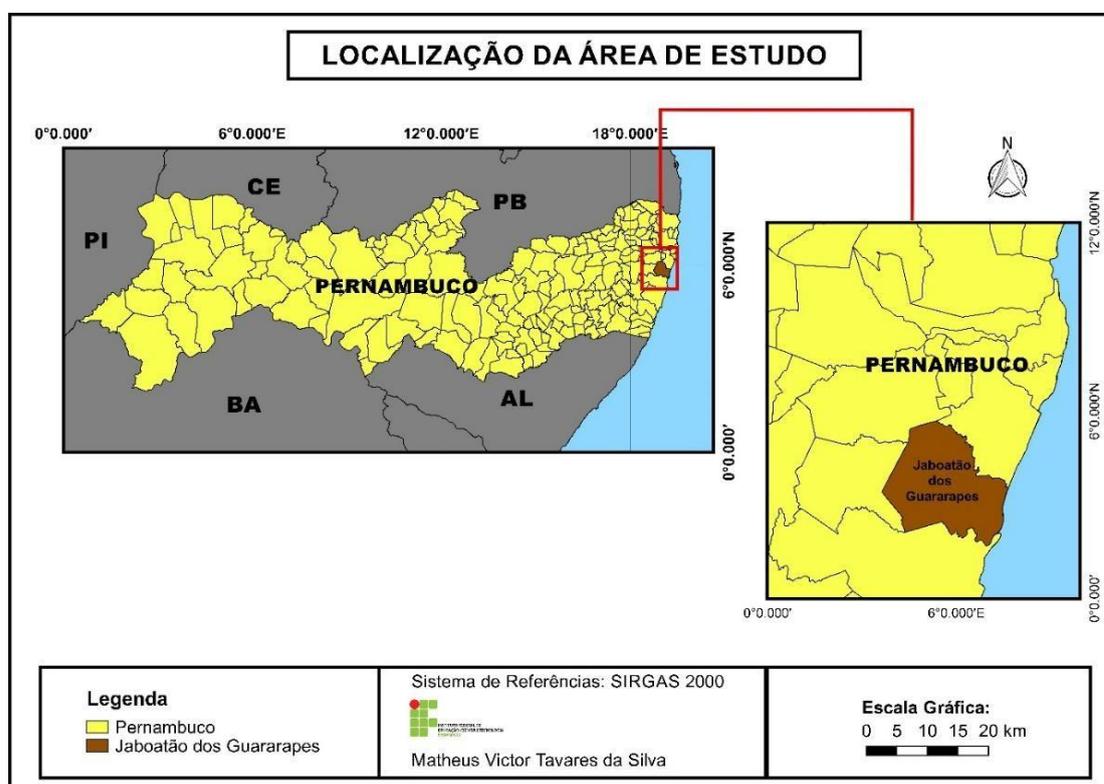
COSTA, NADJA M. C.	<p>O GEOPROCESSAMENTO NOS ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE CRÍTICA '1997 Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO</p>	Artigo
--------------------	---	--------

Fonte: Autor (2022)

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região metropolitana do Recife é composta por 14 municípios, dentre eles está o município de Jaboatão dos Guararapes (figura 5). Tal município possui uma área de 258,724 km², está a cerca de 18 km da capital e possui 711.330 habitantes sendo este o segundo município mais populoso do estado (IBGE, 2021).

Figura 5 – Localização da Área de Estudo



Fonte: Autor (2022).

O município de Jaboatão dos Guararapes pertence ao sistema costeiro marinho, o seu bioma predominante é o de mata atlântica (IBGE, 2020). Composto por uma faixa litorânea com terrenos submetidos à influência constante das marés, o município também conta com a presença da vegetação de mangue.

Tal município segundo o Relatório de Impacto Ambiental (ITEP, 2012) do projeto, possui cerca de 7.961 quilômetros de orla marítima no qual estão inseridas suas três praias, a de Barra de Jangada localizada entre a Praia de Candeias ao norte e a Praia do Paiva no Cabo de Santo Agostinho ao sul. Ainda em Barra de Jangada existe a Ilha do Amor, uma praia de vegetação intocada que fica próxima à costa ligada a Praia do Paiva por um istmo de terra. A praia de Candeias está situada entre a Praia de Piedade ao norte e a Praia de Barra de Jangada ao sul e pôr fim a Praia de Piedade localizada entre Candeias e a Praia de Boa Viagem.

4.4 DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

Para melhor ilustrar as atividades a serem elaboradas nesta pesquisa, será apresentado um fluxograma relatando as quatro etapas metodológicas a serem desenvolvidas (figura 6), buscando atender o que foi proposto nos objetivos específicos da pesquisa.

Para analisar os resultados alcançados pelo projeto de engorda das praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade no município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco por meio de Geotecnologias foram elaboradas algumas atividades. Foram feitas pesquisas bibliográficas dos temas a serem abordados no presente trabalho (Geologia Marinha, Erosão Marinha, Recuperação Marítima, Projeto de Engorda, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento), a fim de consolidar e embasar a pesquisa.

Figura 6 – Fluxograma contendo as quatro etapas metodológicas



Fonte: Autor (2022).

4.4.1 Apresentação dos métodos utilizados na proteção costeira

Nesta etapa realizou-se um levantamento bibliográfico visando identificar e descrever os principais métodos utilizados na proteção costeira. Sendo ressaltado o método que foi utilizado para a recuperação da orla marítima do município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco.

4.4.2 Identificação dos impactos causados pela erosão marinha na área de interesse, antes da implementação do projeto de engorda, no ano de 2009

Nesta etapa da pesquisa efetuou-se consultas bibliográficas e de documentos referente a área de estudo.

Foram utilizadas imagens históricas obtidas por meio do software *Google Earth Pro*. As imagens foram analisadas e vetorizadas por meio do software de geoprocessamento e sensoriamento remoto QGIS, versão 3.16, permitindo a visualização, edição e análise de imagens georreferenciadas.

No QGIS 3.16, foi criado um projeto e realizada algumas modificações, que vão desde o título até a escolha do Sistema de Referência de Coordenadas (SRC), sendo este o SIRGAS 2000 / UTM zone 25S.

Após a finalização deste procedimento, adicionou-se a camada raster, que se trata da imagem de satélite, no qual foram inseridas três imagens referentes ao ano de 2009. Para que pudesse ser feito a identificação dos locais erodidos, foi feito a vetorização da área de praia de cada figura citada anteriormente, a vetorização permite transformar linhas e contornos de uma foto ou imagem em representações numéricas, e a partir de então obter informações de áreas, distâncias, perímetros e outros. Através da vetorização das áreas foi possível mensurar toda a área e conseguir chegar ao resultado esperado.

Para identificar os impactos causados pela erosão marinha nas praias do Jaboatão dos Guararapes no ano de 2009, foram analisadas individualmente e dividida em três áreas, praia de Barra de Jangada, praia de Candeias e a praia de Piedade, no qual cada uma gerou um polígono, podendo assim obter o tamanho de cada área em quilômetros quadrados.

Buscando identificar de forma individual as praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade para melhor identificar os impactos da erosão marinha nessas áreas.

4.4.3 Apresentação da situação da área de interesse, na conclusão da implementação do projeto de engorda, no ano de 2014

Para o ano de 2014 procedeu-se analogamente para o que foi feito no ano de 2009 em relação ao tratamento e processamento das imagens de satélite. Contudo as imagens a serem analisadas e processadas no ano em questão tem o objeto de apresentar a situação da área de interesse logo após a implementação do projeto.

4.4.4 Apresentação da situação no ano de 2021 e 2022 da área de interesse após a implementação do projeto de engorda

Juntamente ao que foi elaborado em 2009 e 2014, também foi realizado o tratamento e processamento das imagens de satélite no ano de 2021. Para complemento foi realizada a captura de imagens *in situ* em abril de 2022, para identificar com mais nitidez e precisão os impactos causados na área de estudo que foi contemplada pelo Projeto de Recuperação da Orla Marítima.

Buscando apresentar imagens mais atuais em relação a esse projeto que abrange as praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade e verificar os impactos causados ao longo dos anos nessas respectivas áreas.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

Com o presente estudo foram obtidos os seguintes resultados:

5.1 MÉTODOS UTILIZADOS PARA RECUPERAÇÃO DA ÁREA COSTEIRA NA ORLA DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES

Dentre os métodos definidos no tópico 3.3.1 da fundamentação teórica, observou-se que a técnica de recuperação com mais impacto visual na área de estudo é a estrutura de engordamento praial.

Esse tipo de estrutura é conhecido como uma das melhores defesas contra a erosão costeira. Essa estrutura difere das fixas e se integra de forma mais harmoniosa ao ambiente natural. Uma característica notável é que os efeitos não planejados de arrastamento excessivo de areia muitas vezes têm um efeito benéfico nas praias próximas, o que torna essa abordagem menos prejudicial e, em alguns casos, até favorável para praias adjacentes. (Ceccarelli, 2009).

Esse tipo de estrutura tende a ser uma das maneiras mais naturais de combater a erosão costeira, pois está repondo artificialmente um déficit no balanço sedimentar num trecho de praia. Porém se a causa da erosão não for erradicada, esse tipo de projeto não será eficiente (Ceccarelli, 2009).

A Agência Portuguesa do Ambiente – APA, (2018) relata que quando a alimentação artificial é feita com draga (Figura 7), utiliza-se de três tipos de técnicas para deposição do sedimento no local alvo a primeira é a repulsão direta para a praia, por meio de tubagem flutuante ou assente no fundo, a segunda é a repulsão através de canhão também conhecida como *rainbow*, situada na praia podendo ser imersa ou emersa, já a terceira técnica é realizada através de abertura de porão, por descarga na área de praia imersa (APA, 2018).

Figura 7. Draga utilizada no projeto de engorda das praias de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Marcelo Ferreira (2013).

Sendo assim, de acordo com Ceccareli, (2009), nesse tipo de projeto é de extrema importância considerar os aspectos ambientais nas áreas de empréstimo de areia e depósito. O mesmo depende de alguns fatores, como:

- Fatores técnicos;
- características e volumes dos materiais;
- fatores econômicos;
- distância de transporte;
- obras;
- equipamentos;
- e fatores ambientais.

5.2 IMPACTOS CAUSADOS PELA EROSIÃO MARINHA NA ÁREA DE INTERESSE, ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA, NO ANO DE 2009

Após a realização do levantamento bibliográfico referente aos impactos decorrentes da erosão marinha foram identificados que o litoral das praias de Jaboatão dos Guararapes, foi acometido pela erosão marinha assim como em consequência das estruturas de contenção instaladas. Fazendo com que destruísse parte do potencial da orla para o turismo e o lazer tais setores representam a base de empregos e são importantes na geração de renda e riqueza de parte da população de Pernambuco (ITEP, 2012).

Para analisar como se encontrava a área de interesse antes da implementação do projeto de engorda foram vetorizadas três imagens referentes às praias presentes no município de Jaboatão dos Guararapes, sendo estas Barra de Jangada (Figura 8) Candeias (Figura 9) e Piedade (Figura 10).

Ainda assim para que houvesse uma precisão diante da situação da maré na área de interesse, foi elaborado o Quadro 8, com informações de, sua altura, hora, dia, mês e ano correlacionados com a mesma data e hora da aquisição das imagens de satélite, com essas informações através do site Tábua de Marés, no qual tais informações presentes nesse quadro vale para toda a área de interesse deste trabalho.

Quadro 8 – Tábua de maré referentes aos anos de 2010, 2014 e 2021

Jaboatão dos Guararapes					
24/11/2010		26/09/2014		17/10/2021	
Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura
09:00 am	0,9 m	09:00 am	0,5 m	09:00 am	0,4 m

Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha (2022)

5.2.1 Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2009

A partir da vetorização na imagem de satélite, a praia de Barra de Jangada no município de Jaboatão dos Guararapes, no ano de 2009 possuía uma faixa de areia de aproximadamente 5,536 km² (Figura 8). Essa praia está localizada próximo a foz do Rio Jaboatão e no ano de 2009 era a praia com menor área em quilômetros quadrados do município.

Figura 8. Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2009

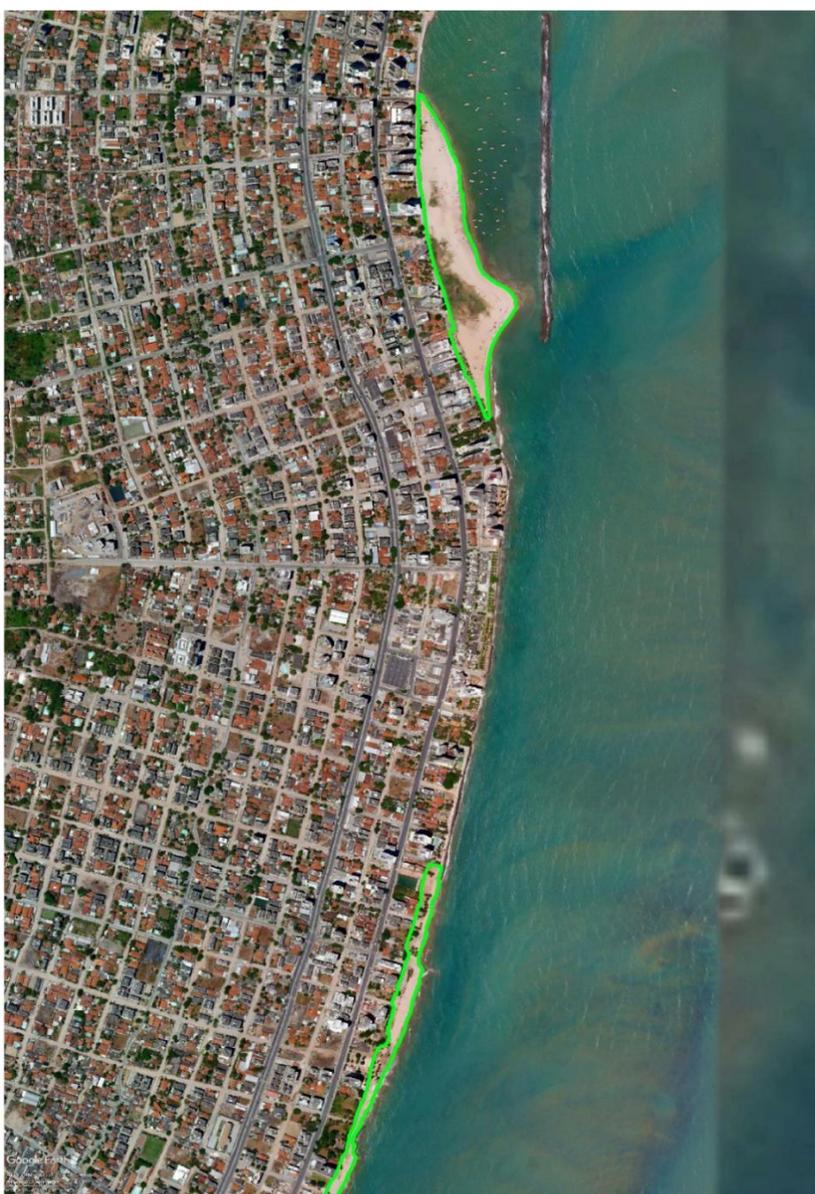


Fonte: Autor (2022).

5.2.2 Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2009

A Figura 9, ressalta a faixa de areia da praia de Candeias, no ano de 2009, tal área corresponde a cerca de 9,115 km² cujo é nítido observar o avanço do mar e os efeitos da erosão marinha nesta área. Sendo assim é visto que em boa parte da orla não existia uma faixa de areia, ocasionando assim uma limitação para lazer, comércio e turismo. No entanto, a faixa de areia mais preservada estava localizada em frente a uma estrutura de quebra-mar.

Figura 9. Vetorização da praia de Candeias no ano de 2009



Fonte: Autor (2022).

5.2.2 Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2009

A praia de Piedade no ano de 2009 possuía uma estreita faixa de areia com aproximadamente 7,153 km², e não diferentes das outras esta praia também apresentava pontos de erosão marinha visto no retângulo vermelho, apresentado na Figura 10.

Figura 10. Vetorização da praia de Piedade no ano de 2009



Fonte: Autor (2022).

5.3 SITUAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE, LOGO APÓS A CONCLUSÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA, NO ANO DE 2014

O projeto de recuperação da orla marítima foi realizado em um período de dez meses, tendo início no mês de janeiro de 2013, sendo finalizado em agosto do mesmo ano. No geral o projeto teve um excelente aproveitamento conseguindo recuperar uma considerável faixa de areia das praias presentes no município de Jaboatão dos Guararapes.

5.3.1 Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2014

A faixa de areia da praia de Barra de Jangada passou a ter 9,509 km² logo após o projeto de engorda, tal ação trouxe um benefício tanto para os banhistas, quanto para os comerciantes locais podendo assim aproveitar uma ampla faixa de areia na praia.

Figura 11. Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2014



Fonte: Autor (2022).

5.3.2 Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2014

A praia de Candeias, foi a que mais sofreu modificações logo após a conclusão do com o projeto de recuperação da orla marítima do município em questão de 9,115 km² passou a ter 25,765 km² de faixa de areia, a mesma ainda teve sua estrutura de quebra-mar modificada passando a ter um conjunto de quebra-mares com um vão entre eles, tal estrutura contribui para a qualidade das águas destinadas à recreação, melhorando sua oxigenação e renovação segundo Ceccareli (2009).

Figura 12. Vetorização da praia de Candeias no ano de 2014

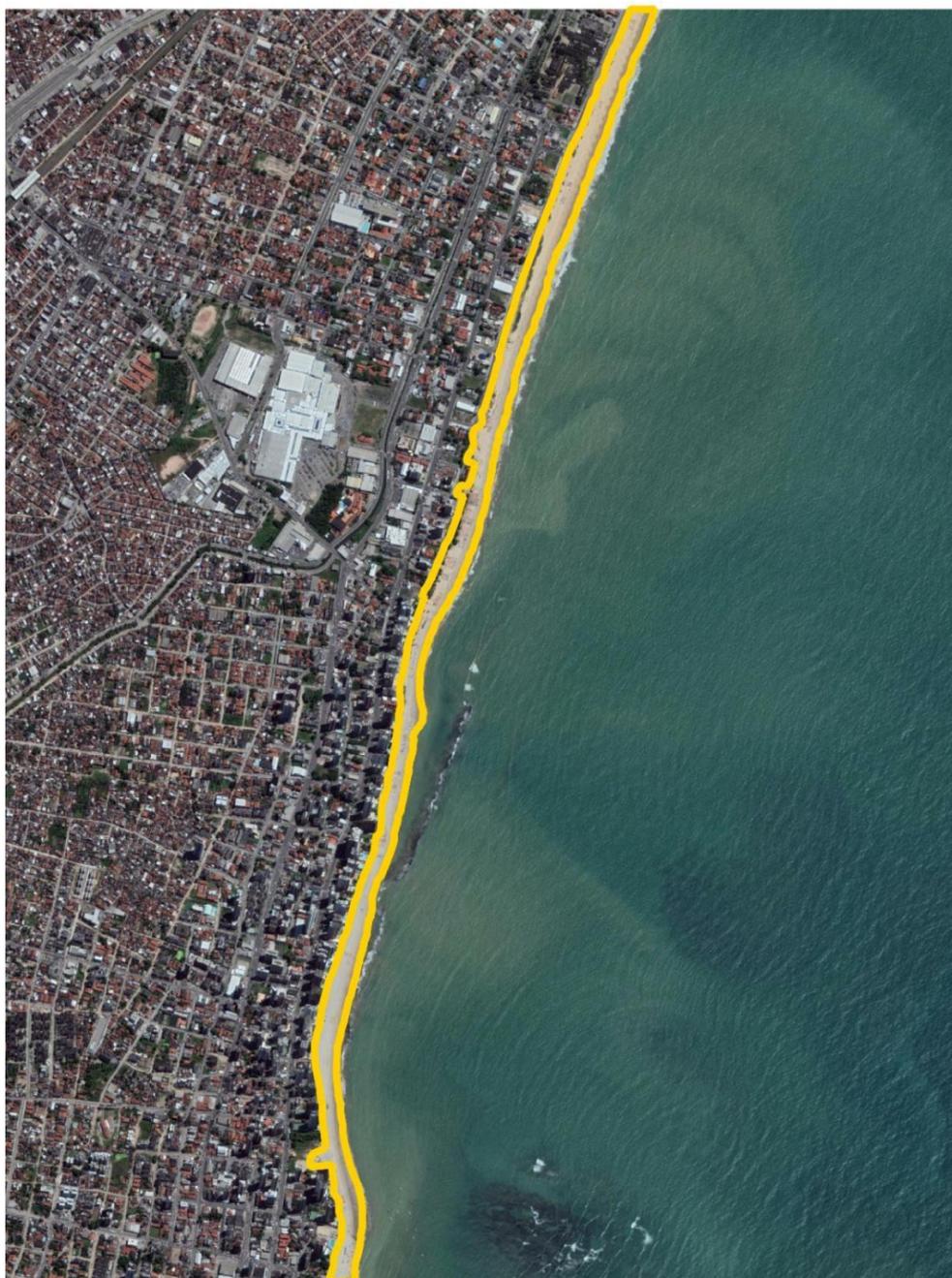


Fonte: Autor (2022).

5.3.3 Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2014

Em Piedade a faixa de areia foi bastante ampliada e obteve diversos benefícios para a sociedade com a realização da engorda, a área em questão passou ter cerca de 14,518 km², sendo quase o dobro do que possuía em 2009.

Figura 13. Vetorização da praia de Piedade no ano de 2014



Fonte: Autor (2022).

5.4 SITUAÇÃO NO ANO DE 2021 e 2022 DA ÁREA DE INTERESSE APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE ENGORDA

Para uma melhor análise dos efeitos do projeto de recuperação da orla marítima de Jaboatão dos Guararapes foi realizado a vetorização das imagens de satélites disponíveis mais próximas do ano de apresentação deste trabalho, gerando assim polígonos destacados na cor vermelha (Figura 14, Figura 20 e Figura 25).

No qual para ter uma melhor visualização de como se encontra a área de interesse no ano de 2022 foram capturadas imagens destas respectivas áreas.

5.4.1 Apresentação da área de praia de Barra de Jangada no ano de 2021 e 2022

Ao gerar o polígono respectivo a área de praia de Barra de Jangada no ano de 2021 (Figura 14) observou-se que a mesma teve um aumento em sua área passando a ter um total de 19,755 km².

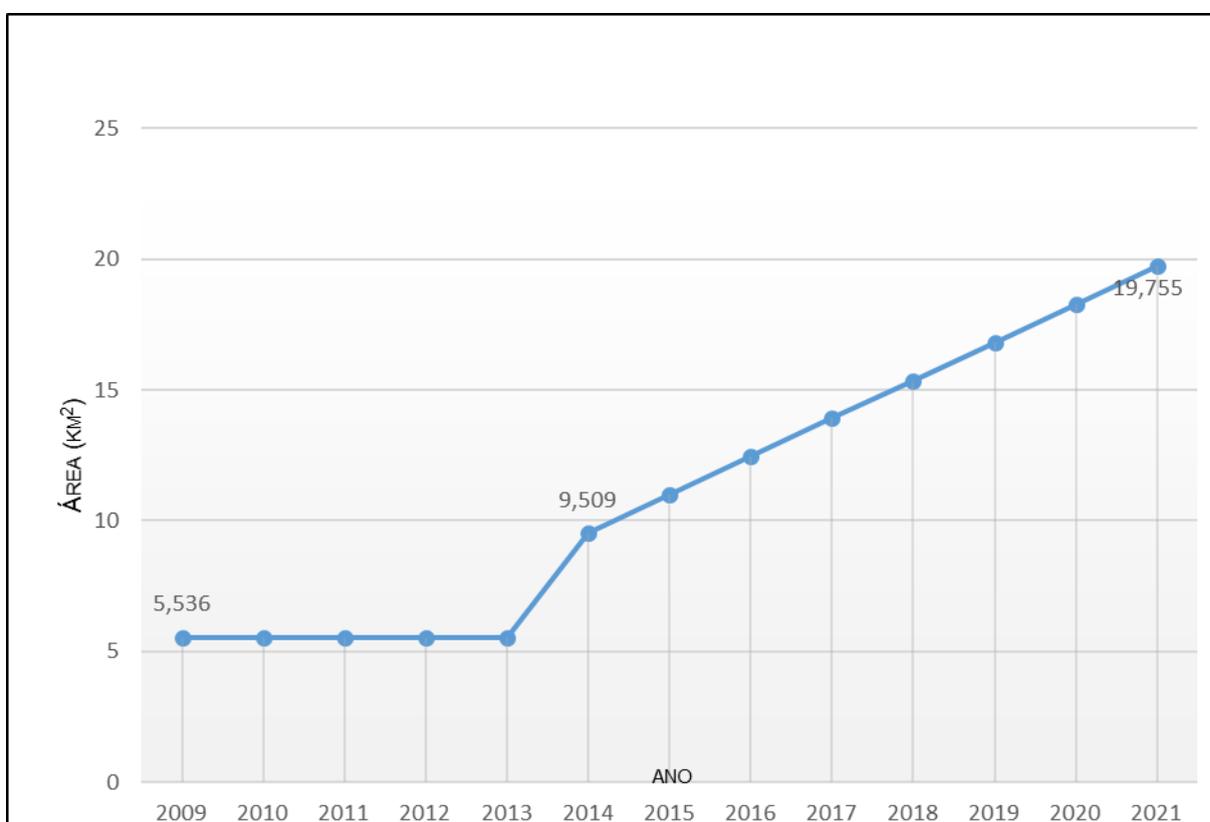
Figura 14. Vetorização da praia de Barra de Jangada no ano de 2021



Fonte: Autor (2022).

O Gráfico 1, a seguir apresenta o aumento da área praias da praia de Barra de Jangada. É visto que do ano de 2009 ao início do ano de 2013 a área deste respectivo espaço não sofreu alterações já que não houve neste intervalo de tempo ações para mitigar os efeitos da erosão marinha na localidade. Somente a partir do ano de 2013 é visto um aumento instantâneo na linha do Gráfico 1, pois no final do ano citado anteriormente foi finalizado o Projeto de Recuperação da Orla Marítima. Já, de 2014 a 2021 é visto um aumento gradativo na orla da praia de Barra de Jangada.

Gráfico 1. Extensão da orla da praia de Barra de Jangada (km²)



Fonte: Autor (2022).

Sendo assim para uma melhor análise da variação da área de engorda nos anos de 2009, 2014 e 2021, elaborou-se o Quadro 8, onde podemos identificar os valores em quilômetros quadrados da área engordada da praia de Barra de Jangada, em cada ano com base na diferença dos valores obtidos dos respectivos anos citados neste parágrafo.

Quadro 9. Variação da área de engorda da praia de Barra de Jangada (km²)

Barra de Jangada – Engorda	
Ano	Área (km ²)
2009	0
2014	3,973
2021	10,246

Fonte: Autor (2022).

Para melhor elucidar o Quadro 9 foi elaborada a Figura 15, contendo a Camada *Shapefile* dos anos abordados (2009, 2014 e 2021).

Figura 15. Sobreposição das camadas *Shapefile* dos anos 2009, 2014 e 2021 da praia de Barra de Jangada



Fonte: Autor (2022).

Com isso foi possível no ano de 2022 observar a formação de bancos de areia, na praia de Barra de Jangada, como é visto na figura acima. Vale salientar que as Figuras 16, 17, 18 e 19 foram capturadas entre as 08h29min am e 09h00min am, do dia 11 de abril de 2022 cujo a maré estava em torno de 1,2 metros de altura, segundo o site Tábua de Maré.

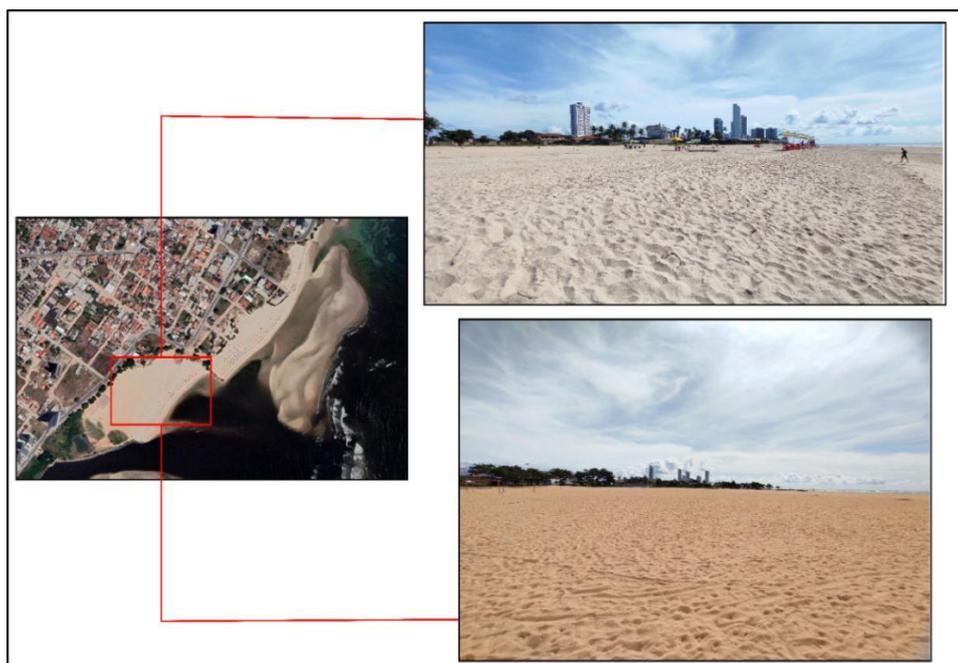
Figura 16. Bancos de areia na praia de Barra de Jangada no ano de 2022



Fonte: Autor (2022).

Logo a seguir a Figura 17 é visto que a praia de Barra de Jangada, detém uma ampla faixa de areia, que é bastante explorada para o lazer e comércio local.

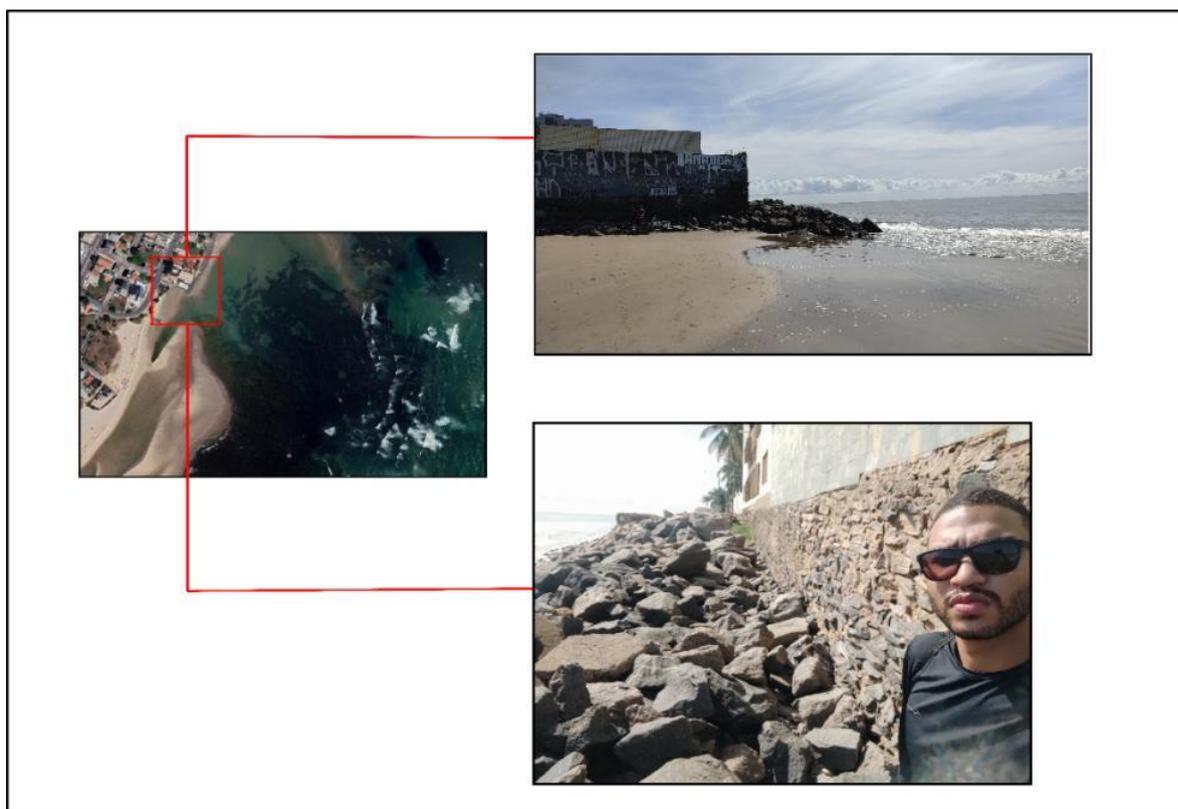
Figura 17. Faixa de areia na praia de Barra de Jangada no ano de 2022



Fonte: Autor (2022).

O muro de contenção retratado na Figura 18, não faz parte do Projeto de Recuperação da Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes e sim de uma propriedade privada e o mesmo já constava neste local antes da implementação do projeto.

Figura 18. Muro de contenção na praia de Barra de Jangada no ano de 2022



Fonte: Autor (2022).

Na imagem obtida por satélite pelo Google Earth Pro foi visualizado um corpo d'água, no qual para melhor identificação do que se tratava foi realizada uma visita in locu e a captura de imagem (Figura 19).

Logo, constatou-se que a área em questão não se caracterizava área de praia e sim de mangue já que o espaço destacado na Figura 19, recebe o contato direto da água doce do rio Jaboatão e da água salgada vinda do oceano atlântico.

Figura 19. Lagoa situada próxima a praia Barra de Jangada no ano de 2022



Fonte: Autor (2022).

5.4.2 Apresentação da área de praia de Candeias no ano de 2021 e 2022

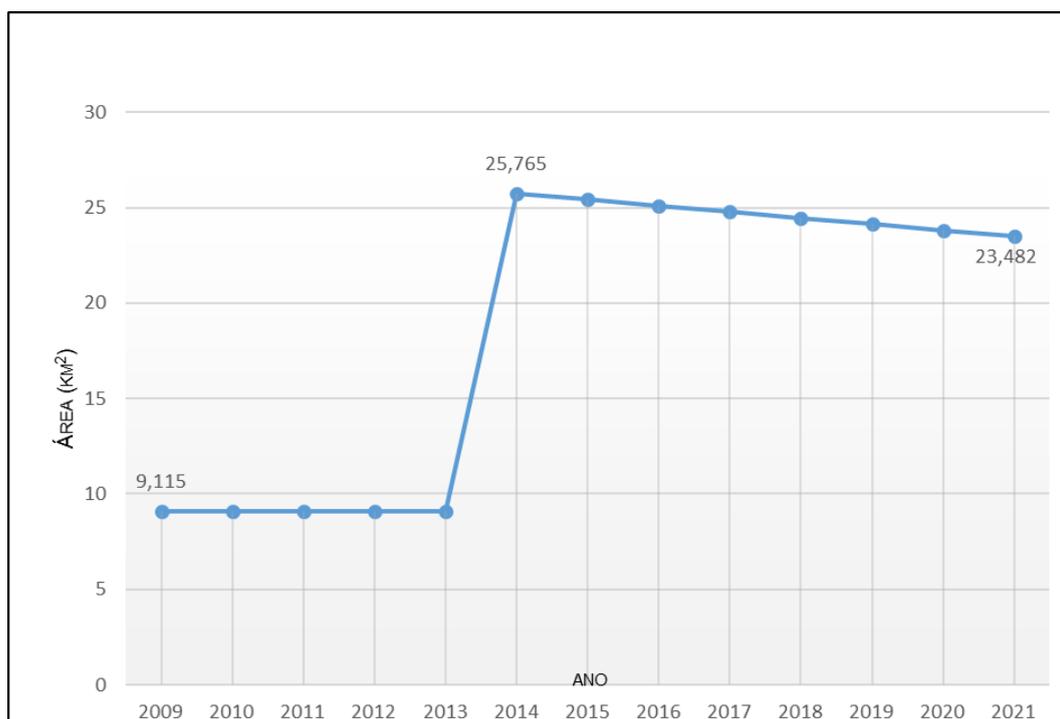
Ao gerar o polígono referente a faixa de areia da praia de Candeias em 2021, foi possível observar que a mesma passou a possuir cerca de 23,482 km². Ou seja, foi possível identificar uma redução da orla marítima desta respectiva área, comparado ao ano de 2014.

Figura 20. Vetorização da praia de Candeias no ano de 2021



Fonte: Autor (2022).

Sendo assim, pode ser visto no Gráfico 2, um leve declínio em sua respectiva linha do ano de 2014 ao ano de 2021.

Gráfico 2. Extensão da orla da praia de Candeias (km²)

Fonte: Autor (2022).

Para uma melhor análise da variação da área de engorda nos anos de 2009, 2014 e 2021, foi elaborado o Quadro 9, no qual podemos observar os valores em quilômetros quadrados da área engordada da praia de Candeias em cada ano com base na diferença dos valores obtidos dos respectivos anos abordados neste trabalho.

Quadro 10. Variação da área de engorda da praia de Candeias (km²)

Candeias - Engorda	
Ano	Área (km ²)
2009	0
2014	16,650
2021	-2,283

Fonte: Autor (2022).

Para melhor elucidar o Quadro 9, elaborou-se a Figura 21, com a sobreposição das camadas *Shapefile*, dos anos 2009 (representada na cor verde), 2014 (representada na cor amarela) e 2021 (representada na cor vermelha). Cujo neste último ano é possível observar em alguns pontos um recuo na camada *Shapefile* de 2021.

Figura 21. Sobreposição das camadas *Shapefile* dos anos 2009, 2014 e 2021 da praia de Candeias

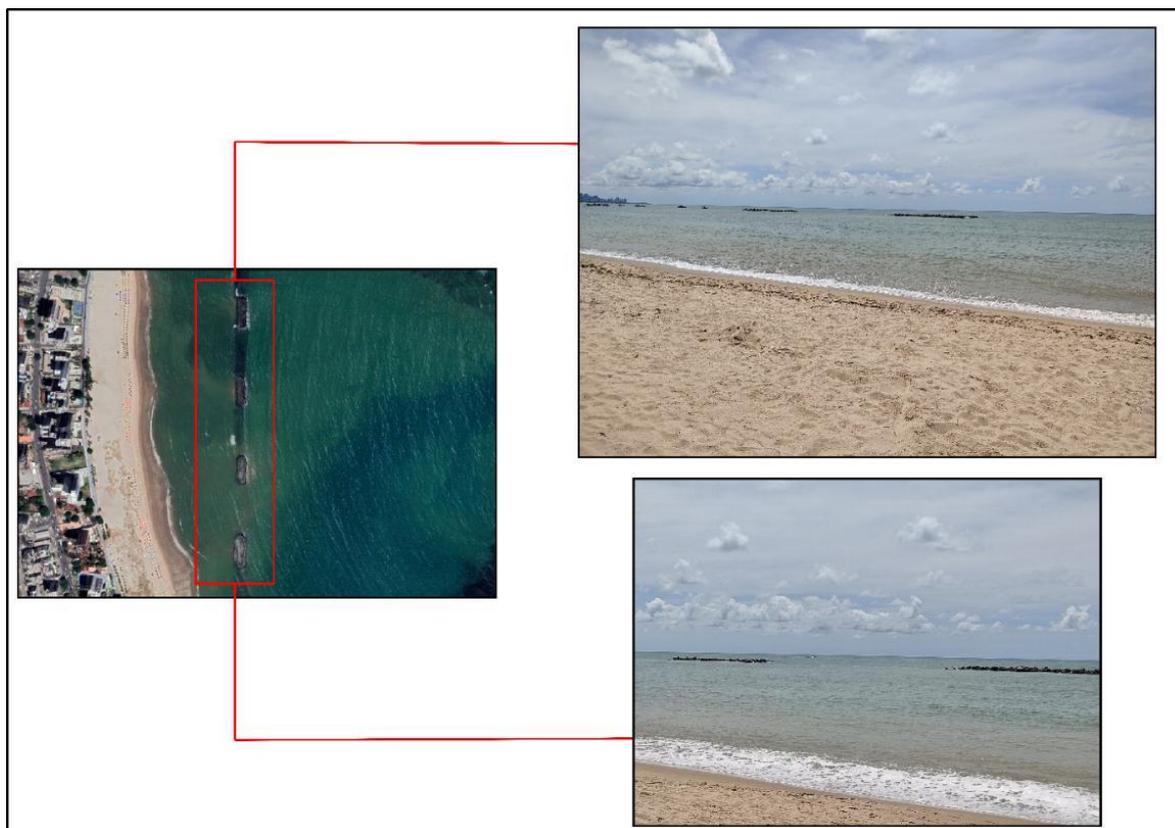


Fonte: Autor (2022).

Já no ano de 2022 para uma melhor análise da área de praia, foram capturadas imagens de alguns pontos importantes ao longo de sua orla marítima.

Na Figura 22 é possível visualizar cinco estruturas de quebra-mares, no qual antes do Projeto de Recuperação da Orla Marítima essa estrutura era apenas uma única estrutura, porém de extensão maior como foi visto na vetorização da praia de Candeias no ano de 2009 (Figura 9).

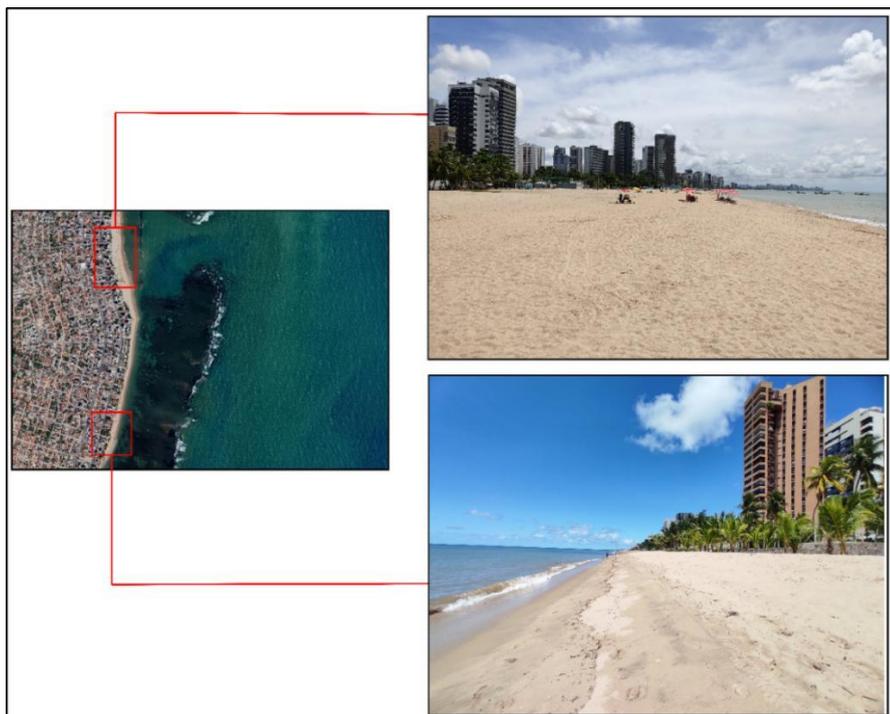
Figura 22. Quebra-mares localizado na praia de Candeias 2022



Fonte: Autor (2022).

Candeias detém uma longa faixa de areia, onde abriga lugar para lazer e comércio local como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23. Faixa de areia localizada na praia de Candeias 2022



Fonte: Autor (2022).

Além da função de turismo, lazer e econômica da praia de Candeias, vale ressaltar o seu importante valor ambiental para a sua fauna, servindo como ponto de desovas das tartarugas marinhas, tal situação pode ser observada na Figura 24.

Figura 24. Ponto de desova de tartaruga marinha, na orla de Candeias 2022



Fonte: Autor (2022).

A praia de Candeias ainda consta com uma espécie de quebra-mar na sua faixa de areia como é possível visualizar na Figura 25.

Figura 25. Estrutura de contenção



Fonte: Autor (2022).

5.4.3 Apresentação da área de praia de Piedade no ano de 2021 e 2022

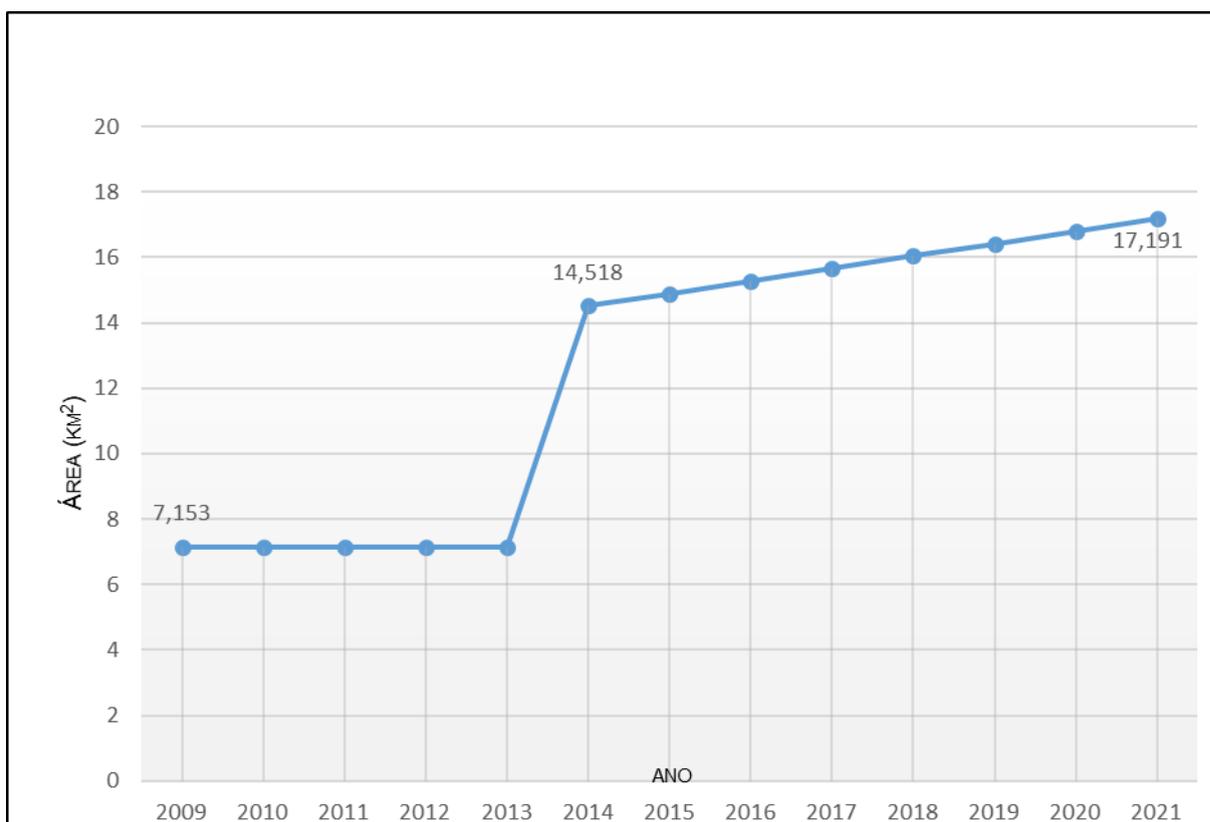
A Figura 26 trata-se da vetorização da faixa de areia pertencente à praia de Piedade em 2021 que passou a possuir cerca de 17,191 km², tal informação foi obtida após a geração do polígono de área no software QGIS.

Figura 26. Vetorização da praia de Piedade no ano de 2021



Fonte: Autor (2022).

Com a informação gerada pela vetorização foi desenvolvido o Gráfico 3, cujo, pode-se observar a evolução da faixa de areia da praia de Piedade. No qual a linha do gráfico teve um aumento constante mesmo após a finalização do Projeto de Recuperação da Orla Marítima.

Gráfico 3. Extensão da orla da praia de Piedade (km²)

Fonte: Autor (2022).

Com as informações obtidas no Gráfico 3 elaborou-se o Quadro 11, cujo refere-se apenas a área engordada dos anos de 2009, 2014, 2021, sendo assim foi visto que a erosão marinha não voltou a ocorrer nesta área após a conclusão do projeto.

Quadro 11. Variação da área de engorda da praia de Piedade (km²)

Piedade - Engorda	
Ano	Área (km ²)
2009	0
2014	7,365
2021	2,673

Fonte: Autor (2022).

Na Figura 27, é possível identificar as sobreposições das camadas *shapefile*, sendo assim é visto que na camada de cor vermelha cujo representa o ano de 2021 nota-se que na maioria dos pontos a linha se afasta da camada de 2014 representada pela cor amarela.

Figura 27. Sobreposição das camadas *Shapefile* dos anos 2009, 2014 e 2021 da praia de Piedade



Fonte: Autor (2022).

Na Figura 28, podemos identificar duas características presentes na praia de Piedade, uma é a presença de pequenas embarcações dando a entender que existe

a atividade de pesca e a faixa de areia serve para a ancoragem desses pequenos barcos e jangadas.

Ainda na mesma figura conseguimos observar o depósito de uma possível sobra do que foi utilizado no projeto de recuperação da Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes.

Figura 28. Pontos Presentes na praia de Piedade



Fonte: Autor (2022).

A praia de Piedade possui uma ampla faixa de areia, como podemos visualizar na Figura 29, a seguir.

Figura 29. Faixa de areia da praia de Piedade



Fonte: Autor (2022).

6 CONCLUSÃO

O estudo de áreas que sofrem da influência da erosão marinha é de extrema importância para a sociedade, para preservação dos ambientes costeiros e para a manutenção das praias presentes no município de Jaboatão dos Guararapes. Portanto, o mesmo deve continuar a ser analisado nos próximos anos para uma melhor análise do projeto de recuperação da orla marítima de Jaboatão dos Guararapes, assim como também se espera que possa contribuir para futuros estudos sobre os ataques de tubarão nessas áreas, pois o projeto pode ter alterado o fluxo das correntes marítimas da região.

Ao analisar os métodos utilizados para a recuperação da área costeira na orla do município de Jaboatão dos Guararapes, foi possível observar que a técnica com mais impacto visual utilizada para tal recuperação foi a estrutura de engorda de praia, com a utilização desta técnica foi possível restaurar a função socioambiental das praias presentes nesta pesquisa.

Nas áreas da pesquisa, foi possível observar que com a implementação do projeto todas as praias localizadas no município de Jaboatão dos Guararapes ganharam sedimentos e ampliaram sua extensão praial no ano de 2014. Sendo assim observou-se que a praia de Barra de Jangada teve um aumento de cerca de 3,973 km², com relação ao ano de 2009, já na praia de Candeias, foi possível identificar um aumento de 16,650 km², e na praia de Piedade esse acréscimo foi também bastante significativo passando a ter em torno de 7,365 km² com relação ao ano de 2009.

Ao analisar isoladamente as praias, no ano de 2021, notou-se que algumas praias continuaram a ganhar sedimentos e em outras houve a perda destes sedimentos, devido a fácil retirada e transporte pela movimentação de marés.

Logo, pode-se concluir que, a praia de Barra de Jangada em 2021 teve um aumento de cerca de 10,177 km², levando em consideração que desde o ano da finalização do Projeto de Recuperação da Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes não houveram outras ações de engorda na área em questão, tal fato deve-se pelo transporte de areias advindas de praias adjacentes. Pois segundo Ceccareli, 2009, nesse caso os efeitos não previstos no engordamento de praia é justamente o

excessivo arrastamento de areias que podem muitas vezes favorecer praias adjacentes.

Já na praia de Candeias a situação foi diferente. Quando realizado uma análise comparativa do tamanho da faixa de areia desta respectiva área, com os anos anteriores, foi constatado que houve uma diminuição de 2,283 km², com essa diminuição da área de praia podemos observar que houve um processo erosivo na praia de Candeias, pois mesmo com a altura da maré na hora e data da captura da imagem, estando em 0,4 metros de altura, valor abaixo das alturas referentes aos anos anteriores (2009 e 2014) conforme foi apresentado no Quadro 7, a faixa de areia não aumentou e sim teve um recuo.

Quando examinada a praia de Piedade ao longo dos anos (2009, 2014 e 2021), foi possível refletir que após a conclusão do Projeto e Recuperação da Orla Marítima de Jaboatão dos Guararapes, a faixa de areia continuou aumentando, passando a ter 2,673 km² a mais do que quando foi finalizado ou seja o projeto não só foi eficiente no ano de sua conclusão, como também pós projeto.

Considerando todos os aspectos envolvidos nesta pesquisa, presume-se a importância de estudo da erosão marinha com base no projeto de recuperação da orla marítima das praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade no município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco, por meio de geotecnologias, tornando possível a realização do seu respectivo gerenciamento visando a tomada de decisões em ambientes costeiros.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Alzir F. B. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**, 2007. 27 slides. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~felipe/ptt1.pdf>. Acesso em: 29 Jul 2021.
- ARAÚJO, Maria *et al.* Análise da Ocupação Urbana das Praias de Pernambuco. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Recife, v.7, p. 97-104, jan. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci17>. Acesso em: 23 jun. 2021.
- BARRIGA, Fernando J.A.S. Breve História da Geologia Marinha. **Academia das Ciências de Lisboa**, 2020. Disponível em: http://www.acad-ciencias.pt/document-uploads/3973904_breve_historia_da_geologia_marinha.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.
- CALDAS, Karina F R. **Estudo da influência das mudanças climáticas na erosão marinha dos municípios litorâneos de Paulista e Olinda em Pernambuco**. 2018 60f. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia De Pernambuco. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/117>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- CARVALHO, Karina K. A. *et al.* Dinâmica evolutiva da linha de costa na praia de candeias – PE: Processos geradores de sustentabilidade. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 11, n. 2, p. 13-24 jul. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v11i2.2647>. Acesso em: 12 jul. 2021
- CASTRO, Belmiro M. *et al.* O mar de amanhã, com as mudanças climáticas de hoje. **Cienc. Culto**. São Paulo, v. 62, n. 3, p. 40-42, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 jun. 2021.
- CECCARELLI, Talita Sampaio. **Paradigmas para os projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: doi:10.11606/D.3.2009.tde-15092009-155543. Acesso em: 09 mar. 2022
- COSTA, Grenda J. A. **Integração de parâmetros morfodinâmicos para o entendimento da erosão costeira no município de Jaboatão dos Guararapes (PE) – Brasil**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38246>. Acesso em: 14 jul. 2021.
- COSTA, Nadja M. C. **O geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais: uma análise crítica**. p. 1 – 12, 12f, 1997. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/21752/15759>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- DIAS, Cristiane **Mapeamento do Município De Pires Do Rio-Go: Usando Técnicas de Geoprocessamento**. Orientador: Roberto Rosa. 2008 Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16040/1/Cristiane%20Dias.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2021

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Geotecnologias. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 27 jul. 2021

FARINA, Flávia C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE**. V.4. nº 4, dez. 2006, 13f. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512006000400007>. Acesso em: 14 jul. 2021.

FISCHER, Andrea; CALLIARI, Lauro Júlio. Proposta para recuperação das áreas afetadas por erosão na praia estuarina do Barro Duro – Laguna dos Patos/RS. **Anais eletrônicos... Rio Grande: II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica**, 2006, p. 1-20. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/2152?show=full>. Acesso em: 09 mar. 2022

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Editora Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

JUNIOR, Edson A. M. **Uso de geotecnologias como instrumento da gestão costeira: estudo do litoral sul do estado de São Paulo**. Orientadora: Regina Célia de Oliveira. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/336727>. Acesso em: 13 jul. 2021.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LIMA, Djenane R. M. de. **Análise dos sistemas geoambientais do Município de Icapuí – CE com o auxílio de geotecnologias**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/32138>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MARCONDES, Ana C. J. **Vulnerabilidade erosiva da praia do nenel, ilha bela (ilha do boi), Vitória – ES**. 2005. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: https://oceanografia.ufes.br/sites/oceanografia.ufes.br/files/field/anexo/vulnerabilidade_e_erosiva_da_praia_do_nenel_ilha.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

MARTINS, L. R.; BARBOZA, E. G. CECO: Trinta e Cinco Anos de Pesquisa e Pós-Graduação em Geologia Marinha. **GRAVEL**, Porto Alegre, n. 2, p. 1-3, out. 2008. Disponível em: https://www.ufrgs.br/gravel/2/Gravel_2_01.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

MONTEIRO, L. H. U.; MAIA, L. P. A nova ciência marinha. **Ciência Hoje**, Ceará, vol. 46, n. 272, p. 38-43, jul. 2010. Disponível em: http://guiase.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/sites/171/2016/11/24110757/5_CienciaMarinha.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

MUEHE, Dieter. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira Para Fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**,

Volume 2, n. 1, 35-44, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v2i1.6>. Acesso em: 09 jul. 2021

MUEHE, Dieter; NEVES, Claudio. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, 221, 2008. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/3_artigo_cgee_zona_costeira.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021

OLIVEIRA, F. M. **Sensoriamento Remoto**: Instrumento para o planejamento e gestão do ambiente urbano. Orientadora: Ana Lucia Bezerra Candeias. 2004. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6672>. Acesso em: 11 jul. 2021.

RELATÓRIO TÉCNICO: ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS NA FAIXA COSTEIRA DE PORTUGAL CONTINENTAL: enquadramento e retrospectiva das intervenções realizadas (1950-2017) Disponível em: <https://dados.gov.pt/pt/datasets/r/65c0d5db-576f-42bf-ad72-282048263bc3>. Acesso em: 10 mar. 2022

RODRIGUES, Renato. ARAÚJO, Sergio M. S. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Contexto Brasileiro e Internacional: Ferramentas Para a Análise da Vegetação. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000154, 21/12/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/sensoriamento-remoto-e-geoprocessamento-no-contexto-brasileiro-e-internacional-ferramentas>. Acesso em: 05 ago. 2021.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento**. São Paulo, 2013. (Apostila). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2016/12/Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf>. Acesso em: 01 Ago 2021

SAIBA MAIS SOBRE A GEOLOGIA MARINHA BRASILEIRA E COMO ELA PODE FOMENTAR O SETOR MINERAL. Portal da mineração, 2022. Disponível em: <https://portaldamineracao.com.br/saiba-mais-sobre-a-geologia-marinha-brasileira-e-como-ela-pode-fomentar-o-setor-mineral>. Acesso em: 26 out. 2023

SILVA, C. R. O. **Metodologia e organização do projeto de pesquisa: guia prático**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004. Disponível em: <http://joinville.ifsc.edu.br/~debora/PAC/Metodologia%20e%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Projeto%20de%20Pesquisa%20CEFET%20CE.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

SILVA, S. R. R.; CHAVES, I. B., E.; ALVES, J. J. A. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do açude Camará-PB. **Mercator**, v. 9, n. 20, p. 239 a 252, set./dez. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31381/1/317.pdf> Acesso em: 10 jul. 2021.

SILVA, Hernande P. **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites**. 2009. Tese de Doutorado em Ciência do Solo – Universidade Rural Federal de Pernambuco.

Disponível em:

http://www.pgs.ufrpe.br/sites/pgs.ufrpe.br/files/documentos/hernande_pereira_da_silva.pdf Acesso em: 09 mai. 2021

SOUZA, Luiz A. P. Investigação Sísmica De Áreas Submersas Rasas. **Sociedade Brasileira de Geofísica**, São Paulo, n. 2, p. 11-19, 2008. Disponível em:

https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTGeo/artigos_tecnicos/24-a_investigacao_sismica_de_areas_submersas_rasas_parte_1_fundamentos_e_de_mandas.htm. Acesso em: 25 jul. 2020.

STEFFEN, Carlos A. **Introdução ao sensoriamento remoto**. [s.l.], 2016. Apostila do Instituto Nacional de pesquisas Espaciais. Disponível em:

http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/sensoriamento/pos/download/apostila_sensoriamento.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021

TÁBUA DE MARÉS E SOLUNARES. Tábua de marés, 2021. Disponível em:

<https://tabuademares.com/br/pernambuco/jaboatao-dos-guararapes>. Acesso em: 20 abril. 2022