

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

ANA BEATRIZ ARAÚJO CAVALCANTI XAVIER

**EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA E IMPACTOS DO RECUO DA FAIXA
ARENOSA NAS PRAIAS DE JAGUARIBE E DO SOSSEGO, ILHA DE
ITAMARACÁ (PE), NO PERÍODO DE 2005 A 2025**

RECIFE
2026

ANA BEATRIZ ARAÚJO CAVALCANTI XAVIER

Evolução da linha de costa e impactos do recuo da faixa arenosa nas praias de Jaguaribe e do Sossego, Ilha de Itamaracá (PE), no período de 2005 a 2025

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito básico para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: José Carlos Pacheco dos Santos

Coorientador: Júlio da Silva Corrêa de Oliveira Andrade

RECIFE
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

X3e Xavier, Ana Beatriz Araujo Cavalcanti.
Evolução da linha de costa e impactos do recuo da
faixa arenosa nas praias de Jaguaribe e do Sossego,
Ilha de Itamaracá (PE), no período de 2005 a 2025 /
Ana Beatriz Araujo Cavalcanti Xavier. – Recife, 2026.
90 f.; il.

Orientador(a): José Carlos Pacheco dos Santos.
Co-orientador(a): Júlio da Silva Corrêa de Oliveira
Andrade.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Engenharia Ambiental, Recife, BR-PE,
226.

Inclui referências.

1. Erosão de praias - Itamaracá, Ilha de (PE). 2.
Litoral. 3. Geoprocessamento. 4. Imagem de satélite 5.
Engenharia ambiental - Estudo e ensino. I. Santos,
José Carlos Pacheco dos, orient. II. Andrade, Júlio da
Silva Corrêa de Oliveira, coorient. III. Título

CDD 628

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem as pessoas que caminharam ao meu lado. Ao Prof. José Carlos e ao Prof. Júlio, pela orientação e pela paciência que guiaram cada etapa desta pesquisa. À Brotar e a cada um dos seus membros, que tornaram a reta final mais leve com opiniões honestas, conselhos valiosos e um apoio emocional que eu não esperava encontrar, mas que fez toda a diferença.

Ao meu pai, que sempre apareceu com ajuda quando precisei. À minha mãe, pelos conselhos, pelo ombro nos momentos difíceis e pelo carro que virou parceiro fiel de aventura nessa pesquisa. Sem vocês, este trabalho literalmente não teria chegado aonde chegou.

RESUMO

A zona costeira brasileira apresenta elevada vulnerabilidade aos processos erosivos, intensificados por ocupação urbana desordenada, supressão de ambientes naturais de proteção e mudanças climáticas. Este trabalho analisa a evolução da linha de costa nas praias de Jaguaribe e do Sossego, no litoral leste da Ilha de Itamaracá (PE), entre 2005 e 2025, visando identificar padrões de recuo, avanço ou estabilidade e impactos ambientais associados. A metodologia integrou imagens de satélite, geoprocessamento em QGIS, aplicação do *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), levantamento de campo e questionários de percepção ambiental. Os resultados indicaram comportamentos distintos: a praia do Sossego apresentou erosão persistente, com taxa média de $-2,88$ m/ano e recuo médio de $-58,70$ m, enquanto Jaguaribe demonstrou setores erosivos, estáveis e deposicionais. A vulnerabilidade observada no Sossego foi alta e em Jaguaribe apresentou-se média a baixa, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e gestão costeira integrada para o litoral norte pernambucano.

Palavras-chave: Erosão costeira; Linha de costa; Geoprocessamento; DSAS; Ilha de Itamaracá; Vulnerabilidade costeira.

ABSTRACT

The Brazilian coastal zone presents high vulnerability to erosive processes, intensified by unplanned urban occupation, suppression of natural protective environments, and climate change. This study analyzes the evolution of the shoreline on Jaguaribe and Sossego beaches, located on the eastern coast of Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil, between 2005 and 2025, aiming to identify patterns of retreat, advance, or stability, as well as associated environmental impacts. The methodology integrated satellite imagery, geoprocessing in QGIS, application of the Digital Shoreline Analysis System (DSAS), field surveys, and environmental perception questionnaires. The results indicated distinct coastal behaviors: Sossego Beach showed persistent erosion, with an average rate of -2.88 m/year and an average retreat of -58.70 m, while Jaguaribe Beach presented erosive, stable, and depositional sectors. The vulnerability observed in Sossego was high, whereas Jaguaribe showed medium to low vulnerability, reinforcing the need for continuous monitoring and integrated coastal management along the northern coast of Pernambuco.

Keywords: Coastal erosion; Shoreline; Geoprocessing; DSAS; Itamaracá Island; Coastal vulnerability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DINÂMICA DE AMBIENTES COSTEIROS

2.2. PROCESSOS EROSIVOS E VULNERABILIDADE LITORÂNEA

2.3. DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR E CONDICIONANTES MORFODINÂMICOS

2.4. GEOTECNOLOGIA E MÉTODOS ESTATÍSTICOS NA ANÁLISE DA LINHA DE COSTA

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

3.2. ESPECÍFICOS

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

4.2. ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA

4.3. CLASSIFICAÇÃO INDIRETA DA DINÂMICA SEDIMENTAR

4.4. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA

4.5. LEVANTAMENTO DE CAMPO

4.6. INTEGRAÇÃO E ANÁLISE EM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA (2005–2025)

5.1.1. Praia do Sossego

5.1.2. Praia de Jaguaribe

5.2. DINÂMICA SEDIMENTAR E COMPARTIMENTAÇÃO MORFODINÂMICA

5.3. IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO RECUO DA FAIXA ARENOSA

5.4. VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA

5.5. PERCEPÇÃO SOCIAL DOS IMPACTOS COSTEIROS

6. CONCLUSÃO

7. REFERÊNCIAS

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 - Distribuição da altura significativa de ondas no setor norte da costa de Pernambuco em cenário de preamar</u>	19
<u>Figura 2 -Localização da área de estudo nas praias de Jaguaribe e do Sossego, Ilha de Itamaracá, Pernambuco</u>	26
<u>Figura 3 -Procedimentos de vetorização da linha de costa e geração de transectos no DSAS</u>	30
<u>Figura 4 - Vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas na Ilha de Itamaracá</u>	38
<u>Figura 5 -Síntese metodológica da integração dos dados em SIG</u>	42
<u>Figura 6 -Linhas de costa da praia do Sossego entre 2005 e 2025</u>	43
<u>Figura 7 - Síntese dos resultados do DSAS para a praia do Sossego entre 2005 e 2025</u>	44
<u>Figura 8 - Taxas de EPR por transecto na praia do Sossego entre 2005 e 2025</u>	45
<u>Figura 9 - Distribuição espacial dos transectos e das taxas de EPR na praia do Sossego</u>	45
<u>Figura 10 - NSM acumulado por transecto na praia do Sossego entre 2005 e 2025</u>	47
<u>Figura 11 - Comparação multitemporal da praia do Sossego entre 2005 e 2025</u>	48
<u>Figura 12 - Linhas de costa da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	49
<u>Figura 13 - Distribuição espacial das taxas de EPR na Praia de Jaguaribe</u>	51
<u>Figura 14- EPR por transecto na Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	52
<u>Figura 15 - NSM acumulado por transecto e setor na Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025.</u>	53
<u>Figura 16 - LRR por transecto na Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	54
<u>Figura 17 - Comparação multitemporal da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	55
<u>Figura 18 - Contexto geológico e dinâmicas atmosférico-costeiras do leste e nordeste do Brasil</u>	58
<u>Figura 19 -Comparação dos impactos ambientais associados ao recuo da faixa arenosa na praia do Sossego entre 2015 e 2025</u>	63
<u>Figura 20 - Em A, registro de estrutura comercial afetada pela erosão costeira na praia do Sossego, conforme Marco Zero Conteúdo (2022). Em B, registro de estrutura danificada em área próxima à linha de costa. Em C, imagem histórica do Google (2013). Em D, registro de campo dos autores (2026), evidenciando exposição de estruturas</u>	65
<u>Figura 21 - Registros fotográficos de feições erosivas e alterações morfológicas nas praias do Sossego e de Jaguaribe.</u>	66
<u>Figura 22 - Distribuição percentual dos segmentos costeiros por nível de vulnerabilidade à erosão nas praias do Sossego e de Jaguaribe</u>	72
<u>Figura 23 - Situação do domicílio e tempo de residência/atuação nas praias de Jaguaribe e do Sossego</u>	74
<u>Figura 24 - Percepção sobre mudanças na largura da faixa de areia e o período de maior recuo da faixa arenosa</u>	75
<u>Figura 25 - Percepção dos respondentes sobre a periculosidade da erosão costeira</u>	76
<u>Figura 26 - Medidas adotadas pelos respondentes para redução do risco de erosão costeira.</u>	77
<u>Figura 27 - Percepção de segurança dos respondentes diante do recuo da faixa arenosa nos próximos dez anos</u>	78

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1 - Data das imagens</u>	29
<u>Tabela 2 - EPR da praia do Sossego (2005–2025): taxa média, taxa máxima de erosão e distribuição dos transectos</u>	44
<u>Tabela 3 - LRR da praia do Sossego entre 2005 e 2025: taxa média, taxa máxima de erosão e percentual de transectos erosivos</u>	46
<u>Tabela 4 - NSM e SCE da praia do Sossego entre 2005 e 2025: valores médios e máximos.</u>	46
<u>Tabela 5 - EPR da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025: distribuição dos transectos por classe morfodinâmica</u>	50
<u>Tabela 6 - EPR e NSM médios por setor na Praia de Jaguaribe</u>	51
<u>Tabela 7 - LRR da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	53
<u>Tabela 8 - NSM e SCE da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025</u>	55
<u>Tabela 9 - Distribuição percentual dos transectos por classe de variação da linha de costa</u>	59
<u>Tabela 10 - Aplicação dos parâmetros de vulnerabilidade costeira nas praias do Sossego e de Jaguaribe.</u>	70

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro 1 - Indicadores utilizados na caracterização indireta da dinâmica sedimentar</u>	32
<u>Quadro 2 - Parâmetros para categorizar os segmentos de costa</u>	36
<u>Quadro 3 - Classes das taxas de deslocamento da linha de costa</u>	37
<u>Quadro 4 - Estrutura do questionário semiestruturado aplicado em campo</u>	40
<u>Quadro 5 - Síntese dos processos predominantes por setor</u>	60
<u>Quadro 6 - Matriz de impactos ambientais observados nas praias do Sossego e de Jaguaribe</u>	67
<u>Quadro 7 - Comparação da vulnerabilidade costeira entre as praias do Sossego e de Jaguaribe</u>	73

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CIRM	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DSAS	<i>Digital Shoreline Analysis System</i>
EPR	<i>End Point Rate</i>
EMQ	Erro Médio Quadrático
GI-GERCO	Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
LRR	<i>Linear Regression Rate</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital do Terreno
MHW	Linha Média de Preamar (<i>Mean High Water</i>)
NSM	<i>Net Shoreline Movement</i>
PE3D	Projeto de Mapeamento Tridimensional de Pernambuco
PNGC	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
RMR	Região Metropolitana do Recife
SCE	<i>Shoreline Change Envelope</i>
SEMAS-PE	Secretaria de Meio Ambiente, Sustentabilidade e de Fernando de Noronha de Pernambuco
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEEC	Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira brasileira configura-se como um ambiente dinâmico e sensível, resultante da interação entre processos oceanográficos, geomorfológicos, climáticos e antrópicos. A Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, reconhece a relevância desses espaços ao instituir o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, voltado ao ordenamento e à gestão integrada da zona costeira (BRASIL, 1988). Em termos morfodinâmicos, ondas, marés, correntes costeiras, variações do nível médio do mar, regime sedimentar e formas de uso e ocupação do solo influenciam diretamente a configuração das praias e a estabilidade da linha de costa (WRIGHT; SHORT, 1984; RODRIGUES; AMORIM, 2025).

Entre os processos que transformam os ambientes praias, destaca-se a erosão costeira, associada à perda sedimentar, ao recuo da linha de costa, à redução da faixa de praia emersa e ao aumento da exposição continental à ação marinha (MARTINS et al., 2016). Embora integre a dinâmica natural do litoral, sua intensificação ocorre diante da ocupação desordenada da pós-praia, supressão da vegetação costeira, implantação de estruturas rígidas, redução do aporte sedimentar e alterações oceanográficas. No contexto das mudanças climáticas, a elevação do nível médio do mar e a intensificação de eventos extremos ampliam a vulnerabilidade de praias, estuários e planícies costeiras (BRASIL, 2018a; IPCC, 2023).

A evolução da costa brasileira também reflete condicionantes geológicos e quaternários de longo prazo. Oscilações do nível relativo do mar, regime de ventos, disponibilidade sedimentar e heranças geomorfológicas influenciaram a formação e reorganização de setores do litoral leste e nordeste do Brasil (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1992). Assim, a erosão deve ser compreendida como resposta de sistemas historicamente condicionados por fatores naturais e intensificados por intervenções antrópicas recentes (BRASIL, 2018a; MARTINS et al., 2016).

No litoral de Pernambuco, a erosão costeira constitui um problema ambiental recorrente, com intensidades distintas conforme as características geomorfológicas, hidrodinâmicas e antrópicas de cada setor. Recifes, *beachrocks*, plataforma continental estreita, baixa disponibilidade sedimentar e ocupação urbana próxima à linha de costa influenciam a circulação, o transporte de sedimentos e a resposta morfológica das praias aos processos de erosão e acresção (PEREIRA et al., 2015; MARTINS et al., 2016; MENEZES, 2016). Nesse contexto, a avaliação da linha de costa, associada a

indicadores ambientais e antrópicos, constitui ferramenta relevante para identificar áreas vulneráveis e subsidiar o planejamento territorial (QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022).

A Ilha de Itamaracá, localizada no litoral norte de Pernambuco, apresenta elevada complexidade ambiental, marcada por interações entre ambientes praias, estuarinos, recifais e fluviais (ALBUQUERQUE, 2009; ARAÚJO, 2022). Delimitada pelo Oceano Atlântico a leste e pelo Canal de Santa Cruz a oeste, a ilha possui setores com diferentes graus de exposição à ação marinha, formas distintas de ocupação e variações morfológicas associadas à dinâmica regional. Estudos sobre a área indicam diferentes níveis de vulnerabilidade à erosão, morfodinâmica praial, geoindicadores costeiros e risco geomorfológico, reforçando a necessidade de análise (CAMARGO; ARAÚJO, 2003; VIEIRA et al., 2024).

Nesse cenário, as praias de Jaguaribe e do Sossego destacam-se como áreas estratégicas para a análise comparativa da evolução costeira na Ilha de Itamaracá. Jaguaribe apresenta influência de sistemas fluviais e estuarinos adjacentes, além de feições costeiras que interferem na circulação local e no transporte sedimentar (ALBUQUERQUE, 2009). O Sossego, por sua vez, registra processos erosivos e alterações morfológicas indicativas de maior instabilidade em trechos com redução da faixa arenosa, exposição de feições erosivas e maior influência da ação marinha sobre a linha de praia (MENEZES et al., 2020).

O recuo da faixa praial é compreendido de forma operacional a partir de indicadores espaciais observáveis, como recuo da linha de costa, redução da faixa de praia emersa, perda sedimentar aparente e presença de feições erosivas identificáveis em análise multitemporal. Essa definição torna-se necessária porque a análise de linha de costa permite inferir tendências espaciais de mudança, mas não substitui a mensuração direta de processos sedimentológicos, como transporte longitudinal, balanço sedimentar detalhado ou análise granulométrica (HIMMELSTOSS et al., 2021).

As ferramentas da geotecnologia ampliam o monitoramento costeiro ao permitir extração, vetorização, sobreposição e comparação de linhas de costa em diferentes períodos (SILVA NETO et al., 2020; SILVA JÚNIOR; FRANÇA; MORAES, 2022). Entre os recursos disponíveis, destaca-se o *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), desenvolvido pelo *United States Geological Survey*, que calcula indicadores como

deslocamento líquido da linha de costa, taxa média de variação e tendência temporal de recuo ou avanço (HIMMELSTOSS et al., 2024).

A escolha do período de 2005 a 2025 justifica-se por permitir a avaliação da evolução recente da linha de costa em uma janela temporal de vinte e um anos, suficiente para identificar tendências espaciais mais consistentes e reduzir interpretações baseadas apenas em eventos pontuais. Esse intervalo possibilita comparar diferentes momentos da configuração costeira das praias analisadas, considerando transformações ambientais, mudanças no uso e ocupação da zona costeira e alterações na exposição dos setores praias à ação marinha (FREITAS et al., 2024; COLAK, 2024).

Embora existam estudos relevantes sobre erosão costeira, vulnerabilidade e morfodinâmica praial em Pernambuco e na Ilha de Itamaracá, ainda são menos frequentes as análises comparativas, em escala local e multitemporal, voltadas às praias de Jaguaribe e do Sossego entre 2005 e 2025 (ALBUQUERQUE, 2009; ARAÚJO, 2022; VIEIRA et al., 2024). Diante disso, este trabalho analisa a evolução da linha de costa, utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento para identificar padrões de recuo, avanço ou estabilidade costeira.

De forma específica, busca-se mapear a linha de costa em diferentes anos, comparar as variações espaciais entre as praias, identificar setores mais suscetíveis à erosão e relacionar as alterações observadas aos impactos ambientais associados à redução da faixa praial, à perda sedimentar aparente e à reconfiguração da paisagem costeira (MENEZES et al., 2020; QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022). Com isso, espera-se contribuir para a gestão costeira em Pernambuco, oferecendo base técnico-científica para identificar áreas vulneráveis ao recuo da faixa arenosa e planejar estratégias de mitigação, adaptação e ordenamento ambiental em ambientes litorâneos sujeitos a processos erosivos (PEREIRA et al., 2015).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DINÂMICA DE AMBIENTES COSTEIROS

O ambiente praial constitui um sistema sedimentar costeiro formado por depósitos inconsolidados, como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, resultantes da interação entre a energia das ondas, o regime de marés, as correntes costeiras e a disponibilidade sedimentar. A delimitação espacial desse ambiente compreende, de modo geral, a faixa entre a maré baixa e o contato fisiográfico continental, marcado por feições como dunas, falésias, vegetação perene ou áreas de pós-praia. Por se tratar de um sistema aberto e dinâmico, a praia responde continuamente às variações de energia hidrodinâmica, ao aporte sedimentar e às interferências antrópicas que modificam sua capacidade natural de ajuste (BRASIL, 1988; RODRIGUES; AMORIM, 2025).

A resposta morfodinâmica dos sistemas praias depende da interação entre a energia incidente das ondas, a granulometria dos sedimentos, a declividade do perfil praial e o regime de marés. Em praias de baixa declividade, a energia das ondas tende a ser dissipada ao longo de uma zona de surfe mais ampla, enquanto em praias mais íngremes há maior reflexão energética na face praial. Essa diferenciação sustenta o modelo morfodinâmico clássico proposto por Wright e Short (1984), no qual os ambientes praias são classificados em um gradiente contínuo entre os estados dissipativo, intermediário e reflectivo. A abordagem é relevante porque permite interpretar a suscetibilidade erosiva não apenas como resultado da ação marinha, mas como expressão do equilíbrio entre forçantes hidrodinâmicas, características sedimentares e capacidade de resposta morfológica da praia.

A evolução dos ambientes costeiros também deve ser compreendida a partir de condicionantes geológicos e quaternários. No litoral leste e nordeste do Brasil, oscilações do nível relativo do mar, regime de ventos, disponibilidade sedimentar e heranças geomorfológicas influenciaram a formação e a reorganização dos sistemas costeiros ao longo do tempo (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1992). Dessa forma, a erosão costeira atual não deve ser interpretada apenas como efeito imediato de pressões recentes, mas como resultado da interação entre condicionantes naturais de longo prazo e intervenções antrópicas contemporâneas.

A Ilha de Itamaracá, localizada no litoral norte de Pernambuco, insere-se nesse contexto de elevada complexidade costeira. O município é banhado pelo Oceano

Atlântico a leste, e limitado pelo Canal de Santa Cruz a oeste, apresentando ambientes praias, estuarinos, recifais e fluviais que interagem de forma direta na dinâmica sedimentar local. A área estuarina associada ao rio Jaguaribe integra um contexto ambiental sensível, reconhecido pela legislação estadual voltada à proteção das áreas estuarinas de Pernambuco (PERNAMBUCO, 1986; ARAÚJO, 2022).

A praia do Sossego, situada entre a Enseada dos Golfinhos e a desembocadura do rio Jaguaribe, apresenta características de ambiente estuarino-praial, com elevada sensibilidade à dinâmica hidrossedimentar. Registros anteriores indicam alterações morfológicas, recuo da linha de costa e vulnerabilidade associada à redistribuição de sedimentos, à exposição à ação marinha e às pressões antrópicas incidentes sobre a faixa costeira (CAMARGO; ARAÚJO, 2003; ALBUQUERQUE, 2009). Estudos sobre o litoral leste da Ilha de Itamaracá apontam que diferentes trechos apresentam risco geomorfológico de erosão, reforçando a necessidade de análises locais e comparativas para interpretar a evolução costeira da área (HOLANDA et al., 2020a).

A praia de Jaguaribe, por sua vez, apresenta influência de sistemas fluviais e estuarinos adjacentes, além da presença de feições costeiras capazes de interferir na circulação local e no transporte sedimentar. A interação entre aporte sedimentar, morfologia da faixa praial, vegetação costeira e estruturas naturais de proteção pode contribuir para respostas morfodinâmicas distintas em relação a outros setores da ilha (VIEIRA et al., 2024). A comparação entre Jaguaribe e Sossego, portanto, não deve partir da premissa de que uma praia é necessariamente menos erosiva que a outra, mas da verificação multitemporal das mudanças da linha de costa e dos indicadores morfológicos observáveis em cada setor.

A coexistência de processos erosivos e deposicionais em uma mesma unidade costeira reforça o caráter dinâmico e multifatorial da Ilha de Itamaracá. A análise integrada das praias de Jaguaribe e do Sossego exige a consideração das forças físicas, das feições naturais de proteção, das formas de uso e ocupação da zona costeira e dos indicadores espaciais de recuo, avanço ou estabilidade da linha de costa (ALBUQUERQUE, 2009; MENEZES et al., 2020).

2.2. PROCESSOS EROSIVOS E VULNERABILIDADE LITORÂNEA

A instabilidade da linha de costa está associada a desequilíbrios no balanço sedimentar, sendo a erosão costeira um processo inerente à dinâmica dos sistemas litorâneos. Esse processo resulta da interação entre componentes oceanográficos, hidrodinâmicos, atmosféricos e geomorfológicos, podendo ser intensificado por intervenções humanas que alteram a disponibilidade de sedimentos, a morfologia da praia e a capacidade natural de recomposição do sistema (MOURA, 2023; MARTINS et al., 2016; BRASIL, 2018a). A distinção entre erosão natural e erosão antrópica assume relevância analítica, pois permite interpretar com maior precisão os mecanismos responsáveis pelas transformações observadas na faixa costeira.

A erosão natural é regulada pela atuação de ondas, marés, correntes, ventos, variações do nível do mar e características sedimentares da praia. Eventos de alta energia, como tempestades, ressacas e marés meteorológicas, podem provocar recuos pontuais da linha de costa e alterações temporárias no perfil praial (MOURA, 2023; RODRIGUES; AMORIM, 2025). Em condições naturais, entretanto, muitos sistemas praias apresentam certo grau de resiliência, manifestado por ciclos alternados de erosão e deposição ao longo do tempo (SILVA; FERREIRA; DINIZ, 2024; SOUZA, 2023).

No contexto das mudanças climáticas, a elevação do nível médio do mar representa fator adicional de pressão sobre os sistemas costeiros, ampliando a exposição a processos erosivos, inundações e impactos socioambientais. Essa condição torna-se mais crítica em áreas urbanizadas, onde a ocupação próxima à linha de costa reduz a mobilidade natural da praia e limita sua capacidade de ajuste frente à ação marinha (IPCC, 2023; BRASIL, 2018; BRASIL, 2025). Assim, o recuo da faixa praial deve ser compreendido, como manifestação espacial associada ao recuo da linha de costa, à redução da faixa praial emersa e à intensificação de feições erosivas identificáveis por análise multitemporal.

A erosão antrópica decorre das modificações impostas pelo uso e ocupação da zona costeira, como urbanização da pós-praia, impermeabilização do solo, supressão da vegetação de restinga, implantação de estruturas rígidas e alterações no aporte sedimentar fluvial (BARRETO et al., 2025; PEREIRA et al., 2015). A ocupação de áreas próximas à linha de preamar, associada à redução da vegetação costeira e ao uso intensivo da faixa praial, diminui a capacidade de adaptação natural dos sistemas litorâneos (BRASIL, 2012; BRASIL, 2002). Nesses casos, processos que poderiam apresentar recomposição parcial em condições naturais tendem a se tornar mais

persistentes e severos (BRASIL, 2018; MARTINS et al., 2016; MENEZES et al., 2020; ARAÚJO, 2022).

A distinção entre erosão natural e antrópica não implica separação absoluta entre esses processos, uma vez que ambos frequentemente atuam de forma combinada. Eventos de alta energia podem incidir sobre praias previamente fragilizadas pela ocupação humana, resultando em padrões erosivos mais intensos e de recuperação mais lenta (MENEZES et al., 2020; ARAÚJO, 2022). No caso de áreas como Jaguaribe e Sossego, essa abordagem integrada evita interpretações simplificadas e permite relacionar a evolução da linha de costa a fatores físicos, sedimentares e antrópicos.

A vulnerabilidade costeira pode ser compreendida como a condição de suscetibilidade de um sistema aos impactos decorrentes da erosão, da inundação, da elevação do nível do mar, da exposição hidrodinâmica e da pressão antrópica. Esse conceito apresenta diferentes abordagens na literatura, variando conforme a ênfase atribuída à dimensão física, social, econômica ou ecológica do sistema analisado (SILVA, 2021; HEMIDA et al., 2023; KANTAMANENI et al., 2024). Apesar dessa diversidade conceitual, a vulnerabilidade costeira converge para a avaliação da capacidade de um ambiente responder, resistir ou adaptar-se às perturbações que afetam sua estabilidade.

A literatura estrutura a vulnerabilidade costeira a partir de três componentes interdependentes: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. A exposição refere-se à intensidade e à frequência das forçantes ambientais, como ondas, marés, tempestades e elevação do nível do mar (MYTKO, 2024; LIMA, 2022). A sensibilidade relaciona-se às características físicas do ambiente, como declividade, tipo de sedimento, largura da faixa praial, presença de vegetação e grau de proteção natural (MACHADO; ALBINO, 2023). A capacidade adaptativa envolve tanto a resiliência natural do sistema quanto às estratégias de gestão, ordenamento territorial e mitigação de riscos (CAMPOS, 2026; LEAL; MARCOLIN; DADALTO, 2025).

Para a análise da linha de costa, a vulnerabilidade deve ser operacionalizada por meio de indicadores espacialmente observáveis, capazes de expressar a resposta morfológica das praias ao longo do tempo. Entre esses indicadores, destacam-se o recuo ou avanço da linha de costa, a redução da faixa de praia emersa, a presença de feições erosivas, a ocupação da pós-praia e a perda aparente de sedimentos (MENEZES et al., 2020; QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022; VIEIRA et al., 2024). Essa

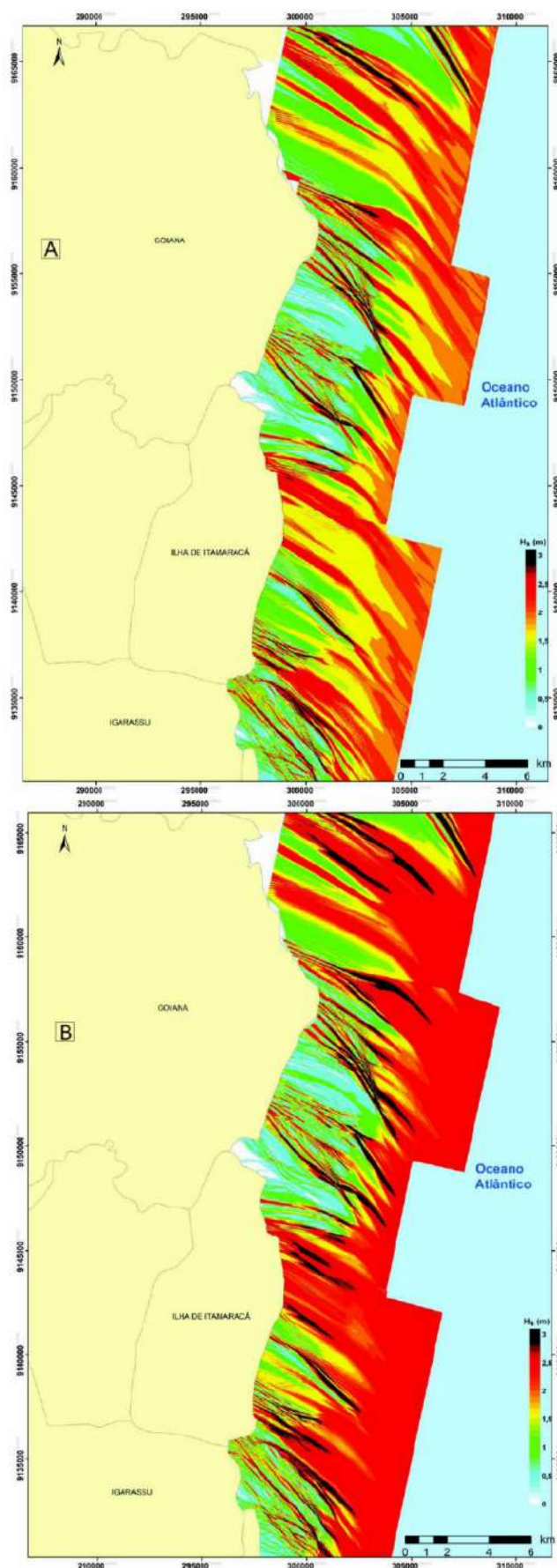
abordagem permite aproximar o conceito de vulnerabilidade da realidade empírica das praias analisadas, evitando uma discussão excessivamente abstrata e desconectada do recorte espacial.

2.3. DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR E CONDICIONANTES MORFODINÂMICOS

A dinâmica costeira resulta da interação entre marés, ondas, correntes litorâneas, transporte sedimentar, morfologia praial e interferências antrópicas. Em ambientes tropicais de baixa latitude, como o litoral pernambucano, esses processos condicionam diretamente a posição da linha de costa, a largura da faixa de praia emersa, a formação de feições deposicionais e a ocorrência de setores erosivos. Dessa forma, compreender o regime hidrodinâmico e a circulação sedimentar constitui etapa fundamental para interpretar padrões de recuo, avanço ou estabilidade costeira em análises multitemporais.

No litoral de Pernambuco, o regime hidrodinâmico classifica-se como de micromarés semidiurnas, com amplitude média em torno de 2 m, embora valores superiores possam ocorrer durante marés de sizígia e sob influência de marés meteorológicas. O clima de ondas regional recebe controle predominante dos ventos alísios, com direções entre leste e sul-sudeste, altura significativa média próxima de 1,5 m e período de pico médio entre 8 e 9 segundos (ALMEIDA, 2018; HOLANDA et al., 2020a; GONÇALVES et al., 2022). Esses parâmetros influenciam a energia incidente sobre a linha de costa e interferem diretamente na mobilização, no transporte e na redistribuição de sedimentos ao longo da faixa praial, conforme indicado na Figura 01.

Figura 1 - Distribuição da altura significativa de ondas no setor norte da costa de Pernambuco em cenário de preamar



Fonte: Pereira et al. (2015).

A deriva litorânea predominante no litoral pernambucano ocorre, em termos gerais, no sentido sul-norte, favorecendo a redistribuição sedimentar entre diferentes

setores costeiros. Entretanto, esse padrão não atua de forma homogênea, pois recifes, *beachrocks*, desembocaduras fluviais, bancos arenosos e variações na orientação da linha de costa podem alterar localmente a circulação, reter sedimentos ou intensificar processos erosivos em trechos específicos (CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023). Assim, praias submetidas ao mesmo regime regional de ondas e marés podem apresentar respostas morfodinâmicas distintas, conforme sua configuração geomorfológica e seu grau de exposição à ação marinha.

Conforme a compartimentação costeira proposta por Albuquerque (2009), as praias de Jaguaribe e do Sossego integram o setor leste da Ilha de Itamaracá, área caracterizada por elevada dinâmica sedimentar e influência da circulação estuarina associada à desembocadura do rio Jaguaribe. Essa condição confere maior complexidade hidrossedimentar ao setor, pois a interação entre processos marinhos, fluviais e estuarinos interfere no aporte, na retenção e na redistribuição de sedimentos. A reavaliação realizada por Vieira et al. (2024) indica tendência erosiva em trechos do litoral leste da ilha, com destaque para áreas de maior vulnerabilidade decorrentes da combinação entre déficit sedimentar, pressão antrópica e modificações na circulação costeira.

Na praia do Sossego, o aporte sedimentar fluvial, a dinâmica estuarina e a ação marinha interagem de forma contínua, condicionando a morfologia da faixa praial e sua suscetibilidade a processos erosivos. Camargo e Araújo (2003) identificaram constrictões na linha de praia e terraços de maré, indicando desequilíbrios morfológicos anteriores ao período recente de intensificação da ocupação costeira. Vieira et al. (2024) também apontam a praia do Sossego entre os trechos de maior risco geomorfológico erosivo no litoral leste da Ilha de Itamaracá.

Em Jaguaribe, observa-se a presença de barreiras recifais, bancos arenosos e remanescentes de vegetação de restinga em determinados pontos da pós-praia. Essas feições podem contribuir para a dissipação parcial da energia das ondas, a retenção de sedimentos e a estabilização morfológica local. Contudo, a intensidade dessa proteção varia conforme a maré, a direção das ondas, a sazonalidade, a disponibilidade sedimentar e as alterações morfológicas da faixa praial (ALBUQUERQUE, 2009; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; VIEIRA et al., 2024).

Do ponto de vista sedimentológico, os depósitos praias do litoral leste da Ilha de Itamaracá são constituídos predominantemente por areias quartzosas de granulometria

fina a muito fina, com ocorrência variável de frações bioclásticas carbonáticas. A presença de recifes, substratos estuarinos e comunidades bentônicas favorece a incorporação de fragmentos de conchas à fração sedimentar praial, compondo uma mistura siliciclástica e bioclástica típica de ambientes costeiros tropicais com influência estuarina (BEZERRA et al., 2005; ALBUQUERQUE, 2009).

No setor norte do litoral pernambucano, entre Goiana e Itamaracá, recifes e bancos arenosos exercem papel relevante na dissipação da energia das ondas, especialmente durante a maré baixa. Em condições de maré alta e maior energia hidrodinâmica, essa proteção tende a diminuir, favorecendo a concentração de energia junto à costa e ampliando a suscetibilidade de determinados trechos à erosão. Segundo Pereira et al. (2015), cenários de aumento relativo do nível do mar e incremento da altura significativa de ondas podem elevar expressivamente a energia incidente em setores do norte da Ilha de Itamaracá, intensificando a instabilidade da faixa praial.

Dessa forma, a dinâmica hidrossedimentar das praias de Jaguaribe e do Sossego deve ser interpretada a partir da interação entre condicionantes regionais e controles locais. Enquanto o Sossego apresenta maior sensibilidade à influência estuarina, à ação marinha e à redistribuição sedimentar, Jaguaribe demonstra resposta mais heterogênea, associada à presença de feições recifais, bancos arenosos, remanescentes de restinga e maior urbanização da pós-praia. Essa diferenciação reforça a importância de análises em escala local para compreender a evolução da linha de costa e a vulnerabilidade erosiva no setor leste da Ilha de Itamaracá.

2.4. GEOTECNOLOGIA E MÉTODOS ESTATÍSTICOS NA ANÁLISE DA LINHA DE COSTA

O sensoriamento remoto consolidou-se como ferramenta fundamental para o monitoramento de ambientes costeiros, pois permite a obtenção de dados espaciais e temporais sobre feições dinâmicas, como a linha de costa, com ampla cobertura espacial e possibilidade de comparação histórica (SILVA NETO et al., 2020; GUIMARÃES, 2022; SILVA et al., 2023). O uso de imagens orbitais e fotografias aéreas favorece a análise de áreas com escassez de levantamentos de campo sistemáticos, possibilitando a construção de séries temporais voltadas à identificação de padrões de recuo, avanço ou estabilidade da linha de costa (HIMMELSTOSS et al., 2021).

A análise multitemporal da linha de costa baseia-se na comparação sequencial da posição dessa feição em diferentes datas. A partir desse procedimento, torna-se possível calcular taxas de erosão e acreção, identificar setores críticos e avaliar tendências espaciais de mudança. Entre os indicadores utilizados para extração da linha de costa, destaca-se a *High Water Line*, ou linha de preamar, frequentemente empregada como *proxy* em estudos costeiros por representar a marca associada ao alcance máximo recente da ação das ondas na face praial (GUNASEKARAN et al., 2026; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023).

Apesar de sua ampla aplicação, a *High Water Line* apresenta limitações relacionadas à variação das condições de maré, ao regime de ondas no momento da imagem, à resolução espacial do produto utilizado e à subjetividade da interpretação visual. Por isso, a seleção e vetorização da linha de costa devem considerar critérios padronizados, consistência entre datas e controle de qualidade cartográfica (HIMMELSTOSS et al., 2021; SILVA JÚNIOR; FRANÇA; MORAES, 2022). A adoção de um mesmo critério de extração ao longo da série temporal reduz inconsistências metodológicas e fortalece a comparabilidade entre os anos analisados.

Para o processamento quantitativo das variações da linha de costa, o *Digital Shoreline Analysis System*, conhecido como DSAS, constitui uma das ferramentas mais utilizadas em estudos de dinâmica costeira. Desenvolvido pelo *United States Geological Survey*, o DSAS permite calcular estatísticas como o movimento líquido da linha de costa, a taxa de ponto final e a taxa de regressão linear, a partir de transectos perpendiculares gerados sobre linhas de costa previamente vetorizadas (HIMMELSTOSS et al., 2024). Esses indicadores possibilitam avaliar a magnitude e a tendência das mudanças costeiras em diferentes setores praias.

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e DSAS tem sido recorrente em estudos sobre erosão costeira no Brasil e no litoral nordestino. Em Pernambuco, Câmara, Holanda e Costa (2023) analisaram variações espaço-temporais da linha de costa em praias protegidas por recifes, evidenciando a influência da ocupação antrópica e das feições naturais na configuração dos padrões de erosão e acreção. No litoral leste da Ilha de Itamaracá, Vieira et al. identificaram risco geomorfológico de erosão costeira em praias da região, reforçando a importância de diagnósticos locais para o planejamento costeiro (VIEIRA et al., 2024).

Em escala estadual, o Atlas da Vulnerabilidade à Erosão Costeira e Mudanças Climáticas em Pernambuco evidencia a relevância do monitoramento costeiro para identificação de áreas suscetíveis à erosão e à inundação, sobretudo em setores submetidos à ocupação urbana e a déficits sedimentares (PEREIRA et al., 2015). Essa perspectiva dialoga com estudos que apontam a utilidade de indicadores geoespaciais para caracterizar vulnerabilidade costeira e subsidiar políticas de gestão ambiental (MARTINS et al., 2016; QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022).

No caso das praias de Jaguaribe e do Sossego, o uso de imagens orbitais, vetorização da linha de costa e análise multitemporal permite avaliar a evolução recente da faixa praial em uma janela temporal de vinte e um anos, entre 2005 e 2025. Essa abordagem contribui para identificar padrões espaciais de recuo, avanço ou estabilidade, além de fornecer subsídios para interpretar a relação entre feições naturais, ocupação costeira e impactos associados ao recuo da faixa de areia (ALBUQUERQUE, 2009; MENEZES et al., 2020; VIEIRA et al., 2024; HIMMELSTOSS et al., 2024).

A integração entre sensoriamento remoto, Sistemas de Informações Geográficas e análise estatística da linha de costa configura uma metodologia acessível, reproduzível e adequada para ambientes com carência de monitoramento sistemático de campo. Essa estratégia permite não apenas quantificar mudanças espaciais, mas também construir uma base técnica para diagnósticos de vulnerabilidade, planejamento territorial e gestão costeira fundamentada em evidências (HIMMELSTOSS et al., 2021; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023).

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Analisar a evolução espaço-temporal da linha de costa nas praias de Jaguaribe e do Sossego entre 2005 e 2025, identificando padrões de erosão, estabilidade e progradação, bem como impactos ambientais associados.

3.2. ESPECÍFICOS

- Interpretar indiretamente a dinâmica sedimentar aparente da faixa praial nas praias de Jaguaribe e do Sossego, considerando processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos;
- Mapear a evolução da linha de costa nas áreas de estudo, por meio de técnicas de geoprocessamento e análise multitemporal de imagens de satélite, identificando padrões de recuo e avanço da linha de praia;
- Analisar a relação entre a dinâmica sedimentar aparente e a variação da linha de costa, a partir dos indicadores obtidos por geoprocessamento e observações de campo, com interpretação indireta a partir de referências bibliográficas;
- Identificar e interpretar os principais impactos ambientais decorrentes da variação da linha de costa, incluindo alterações morfológicas da faixa praial, perda de sedimentos e modificações na paisagem costeira;
- Avaliar a vulnerabilidade das praias de Jaguaribe e do Sossego aos processos erosivos, com base na integração dos dados geomorfológicos e da dinâmica costeira, contribuindo para o planejamento e a gestão ambiental da zona costeira.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia adotada apresenta natureza aplicada, abordagem quantitativa e espacial, com caráter descritivo, analítico e interpretativo. O recorte metodológico concentra-se na análise da evolução da linha de costa, na caracterização indireta da dinâmica sedimentar da faixa praial e na identificação dos impactos ambientais associados à variação da faixa praial nas praias de Jaguaribe e do Sossego, localizadas no litoral leste da Ilha de Itamaracá, Pernambuco, entre os anos de 2005 e 2025.

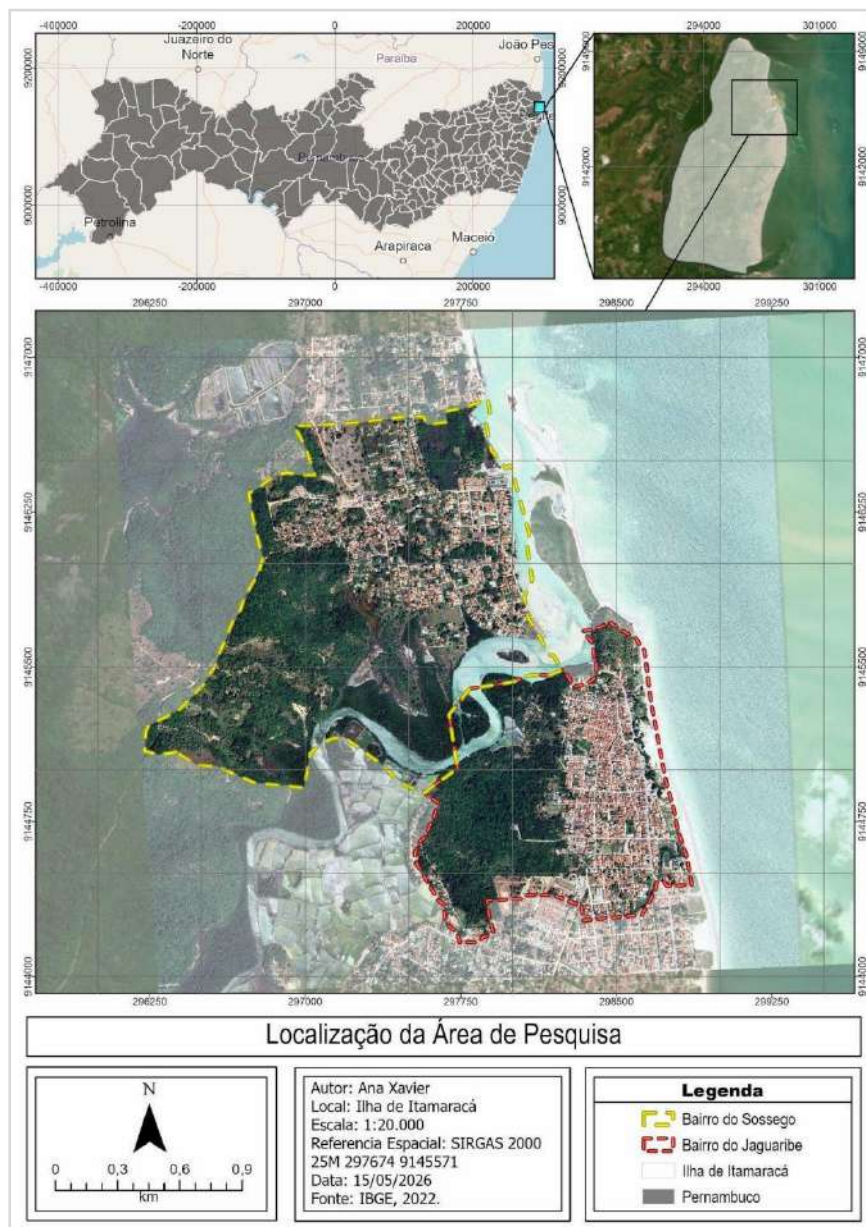
Os procedimentos metodológicos fundamentam-se em estudos prévios sobre morfodinâmica, vulnerabilidade erosiva e monitoramento costeiro na Ilha de Itamaracá, especialmente nas contribuições de Albuquerque (2009), Menezes et al. (2020) e Vieira et al. (2024). Também foram consideradas referências metodológicas voltadas à análise multitemporal da linha de costa, ao uso do *Digital Shoreline Analysis System*, conhecido como DSAS, e à avaliação de vulnerabilidade costeira, com destaque para Himmelstoss et al. (2021), Himmelstoss et al. (2024) e Esteves e Finkl (1998).

A investigação articula sensoriamento remoto, geoprocessamento, análise multitemporal, interpretação geomorfológica, levantamento de campo e análise de percepção ambiental. Essa integração metodológica permite relacionar os padrões de recuo, avanço ou estabilidade da linha de costa com os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, bem como com os impactos ambientais observados nas áreas estudadas.

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende as praias de Jaguaribe e do Sossego, localizadas no setor leste da Ilha de Itamaracá, município situado no litoral norte de Pernambuco, a aproximadamente 50 km da Região Metropolitana do Recife (Figura 02). O município integra a unidade geoambiental das baixadas litorâneas do Nordeste, marcada por planícies costeiras de baixa altitude, depósitos sedimentares quaternários, campos de dunas, manguezais, vegetação de restinga e ambientes estuarinos associados ao Canal de Santa Cruz e ao rio Jaguaribe (IBGE, 2022; IBGE, 2026; ALMEIDA, 2018).

Figura 2 -Localização da área de estudo nas praias de Jaguaribe e do Sossego, Ilha de Itamaracá, Pernambuco



Fonte: autores, 2026.

A Ilha de Itamaracá possui cerca de 15 km de extensão no sentido norte-sul, tendo o Oceano Atlântico como limite leste e o Canal de Santa Cruz como limite oeste. Essa configuração favorece a interação entre processos oceânicos, estuarinos, fluviais e recifais, que condicionam a circulação hidrodinâmica, a redistribuição sedimentar e a vulnerabilidade dos setores praias analisados (ALMEIDA, 2018; ALBUQUERQUE, 2009).

A praia do Sossego situa-se na porção norte do litoral leste da Ilha de Itamaracá, entre a Enseada dos Golfinhos e a desembocadura do rio Jaguaribe. O trecho analisado possui aproximadamente 1,4 km de extensão e corresponde a um ambiente praiial-estuarino de elevada sensibilidade hidrossedimentar. A praia de Jaguaribe localiza-se ao sul da desembocadura do rio Jaguaribe, no bairro homônimo, e o segmento avaliado

compreende aproximadamente 2,2 km de extensão. A proximidade entre essas praias permite uma análise comparativa relevante, pois os dois setores recebem influência do mesmo sistema costeiro-estuarino, mas apresentam diferentes configurações morfológicas, graus de ocupação e respostas à ação marinha.

4.2. ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA

A análise da linha de costa foi realizada a partir de abordagem multitemporal, abrangendo o período de 2005 a 2025. Foram utilizadas imagens provenientes de diferentes fontes e sensores, com o objetivo de garantir cobertura temporal suficiente para identificação de padrões de recuo, avanço ou estabilidade da linha de praia. A utilização de imagens multisensores em análises costeiras permite ampliar a série temporal e viabiliza o monitoramento de ambientes dinâmicos em diferentes escalas de observação (HIMMELSTOSS et al., 2021; MIRANDA; STRENZEL; TEIXEIRA, 2025).

Foram utilizadas imagens do satélite *QuickBird* referentes ao ano de 2005, adotadas como base histórica de alta resolução para a delimitação inicial da linha de costa. O *QuickBird*, operado pela DigitalGlobe, atual Maxar Technologies, apresentava resolução pancromática de até 0,61 m e resolução multiespectral de aproximadamente 2,4 m, sendo amplamente utilizado em estudos ambientais e costeiros de alta resolução espacial (EMBRAPA, 2015; AL SMADI et al., 2022).

Para o ano de 2015, foram utilizados dados do projeto PE3D, com resolução espacial de aproximadamente 0,5 m, obtidos com apoio da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Essas imagens foram empregadas para preencher lacunas temporais, uma vez que imagens gratuitas de alta resolução disponíveis em plataformas como *Google Earth Pro* apresentavam limitações por cobertura de nuvens em alguns períodos.

Para os anos de 2010, 2020 e 2025, foram utilizadas imagens de alta resolução disponíveis no *Google Earth Pro*, compostas por mosaicos de diferentes sensores orbitais, como *WorldView* e *QuickBird*. Considerando que essas imagens podem apresentar variações de resolução espacial e condições de aquisição, adotaram-se critérios de seleção baseados na menor cobertura de nuvens, melhor nitidez da faixa praial, melhor contraste entre areia seca e úmida e menor interferência visual de sombras ou turbidez na zona costeira (SILVA JÚNIOR; FRANÇA; MORAES, 2022).

As imagens foram submetidas a organização, conferência visual, georreferenciamento quando necessário e padronização cartográfica em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Adotou-se o sistema de referência SIRGAS 2000, UTM zona 25S, adequado à localização da área de estudo. Nos casos em que houve necessidade de ajuste posicional, foram utilizados pontos de controle em feições fixas e identificáveis nas imagens, como cruzamentos viários, edificações consolidadas, esquinas, vias pavimentadas e elementos cartográficos estáveis. Buscou-se manter Erro Médio Quadrático inferior a 0,5 m nos ajustes posicionais, de forma a reduzir deslocamentos artificiais entre as datas analisadas (HIMMELSTOSS et al., 2021).

A adoção desse critério não elimina as incertezas inerentes a imagens históricas e multisensores, mas amplia a consistência espacial da série temporal. Por esse motivo, pequenas variações da linha de costa foram interpretadas com cautela, especialmente em setores com mudanças próximas ao limite de erro posicional.

A delimitação da linha de costa foi realizada com base na *High Water Line*, operacionalizada visualmente pelo limite entre areia seca e areia úmida, também denominado *wet/dry sand line*. Esse indicador foi escolhido em razão da disponibilidade de imagens históricas, da possibilidade de aplicação em diferentes datas e da sua ampla utilização em estudos retrospectivos de linha de costa com imagens orbitais e fotografias aéreas. Em ambientes com micromarés semidiurnas, como a Ilha de Itamaracá, reconhece-se que a posição desse indicador pode variar conforme o nível da maré, o espraçamento das ondas, a declividade da praia e as condições meteorológicas no momento da aquisição da imagem (HIMMELSTOSS et al., 2021; ROBINET; LERMA; BERNON, 2026).

Apesar dessa limitação, a adoção da *wet/dry sand line* como *proxy* operacional da linha de costa mostra-se adequada ao objetivo de análise multitemporal, desde que aplicada de forma padronizada em todas as datas e interpretada com controle de incerteza. Assim, a linha de costa foi vetorizada sempre a partir do mesmo critério visual, priorizando o limite tonal entre areia seca e úmida, marcas de espraçamento e continuidade morfológica da faixa praial.

A vetorização da linha de costa foi realizada manualmente em escala aproximada de 1:1.000, considerando contraste tonal, textura do sedimento, marcas de espraçamento, presença de berma, umidade superficial e limite visual da faixa arenosa. A vetorização manual foi adotada em razão da heterogeneidade morfológica da área, da

presença de recifes, bancos arenosos, áreas urbanizadas, desembocadura fluvial e variações espectrais que poderiam comprometer métodos automáticos de extração (SILVA NETO et al., 2020; HIMMELSTOSS et al., 2021).

As imagens utilizadas apresentam datas distribuídas em diferentes estações do ano, incluindo meses do período chuvoso e do período seco (Tabela 01). Essa heterogeneidade sazonal pode influenciar a largura da faixa de praia, a posição da linha de umidade e a aparência das feições erosivas ou deposicionais. Por isso, os resultados da análise multitemporal foram interpretados como tendências espaciais de médio prazo, e não como valores absolutos dissociados das condições de maré, ondas e sazonalidade no momento da aquisição das imagens.

Tabela 1- Data das imagens

Ano	Fonte da Imagem	Condições Sazonais
01 de Abril de 2005	QuickBird	Outono
16 Novembro de 2010	Google Earth	Primavera
18 de Junho de 2015	PE3D/Google Earth	Inverno
31 de Dezembro de 2020	Google Earth	Verão
26 de Outubro de 2025	Google Earth	Primavera

Fonte: autores, 2026.

Para quantificar a variação da linha de costa, foram empregados os indicadores *Net Shoreline Movement* e *End Point Rate*, calculados por meio do *Digital Shoreline Analysis System*. O *Net Shoreline Movement* representa o deslocamento líquido da linha de costa entre a primeira e a última data analisada, enquanto o *End Point Rate* corresponde à taxa média anual de variação obtida pela divisão do deslocamento pelo intervalo temporal considerado (HIMMELSTOSS et al., 2024).

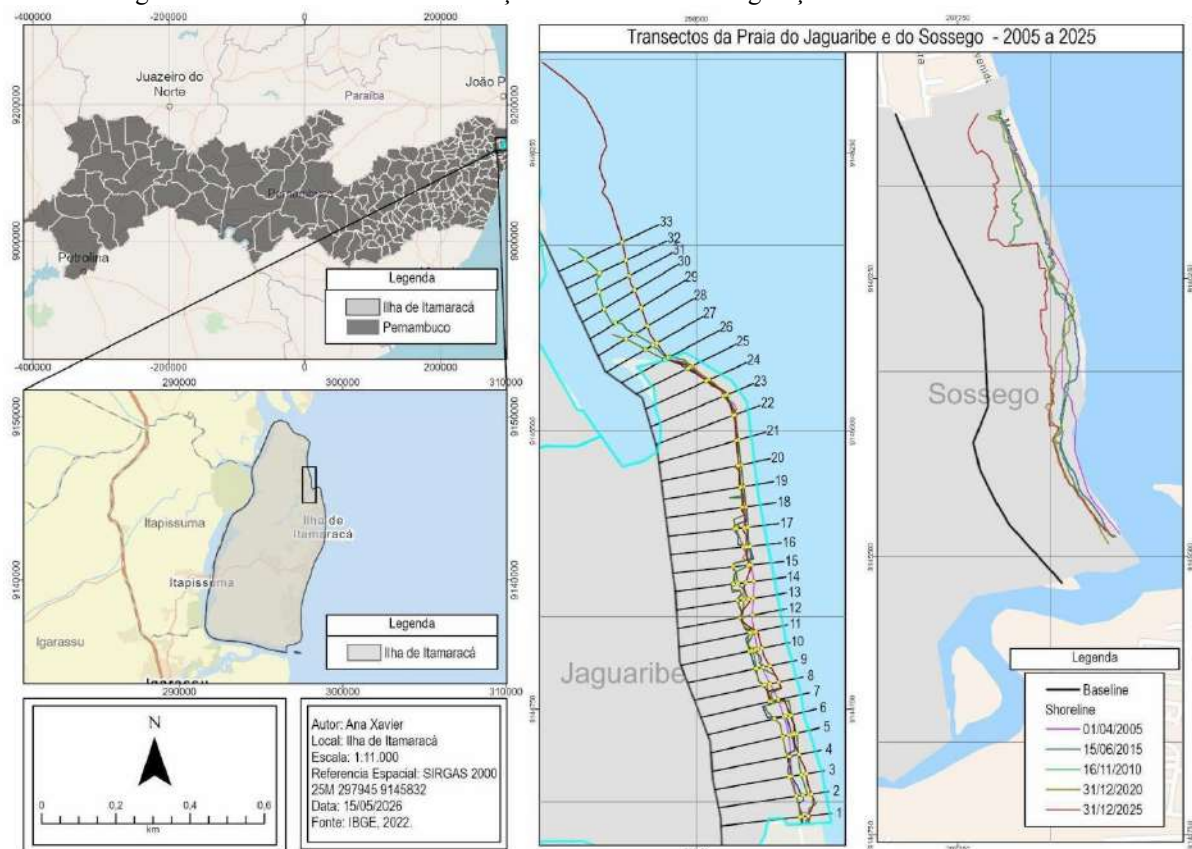
Para a aplicação dos cálculos no DSAS, foi construída uma linha de base paralela à costa, posicionada aproximadamente 200 m em direção ao continente. Essa distância foi definida para garantir que a linha de base permanecesse em área terrestre estável ao longo de todo o trecho analisado, evitando interseções com as linhas de costa históricas, com a zona de espriamento e com feições móveis da faixa praial. A posição continental da linha de base também permitiu a geração regular de transectos em direção ao mar, mantendo cobertura integral das praias de Jaguaribe e do Sossego.

Os transectos foram gerados perpendicularmente à linha de costa, com espaçamento de 50 m e extensão de até 300 m em direção ao mar. O espaçamento de 50 m foi adotado por oferecer equilíbrio entre detalhamento espacial e operacionalidade analítica, considerando que os trechos analisados possuem aproximadamente 1,5 km no Sossego e 2 km em Jaguaribe. Esse intervalo permite gerar número suficiente de transectos para captar variações locais da linha de costa, sem produzir excesso de linhas em setores com geometria complexa.

Com essa configuração, estimou-se a geração aproximada de 30 transectos para a praia do Sossego e 40 transectos para a praia de Jaguaribe, podendo haver ajustes conforme a morfologia local e a exclusão de transectos inconsistentes. A extensão de 300 m em direção ao mar foi definida para assegurar a interseção com todas as linhas de costa vetorizadas, mesmo em trechos com maior variação espacial entre 2005 e 2025.

Após a geração automática dos transectos, foi realizada uma etapa de validação geométrica individual (Figura 03). Foram mantidos os transectos que interceptaram corretamente todas as linhas de costa vetorizadas e apresentaram orientação aproximadamente perpendicular ao trecho costeiro analisado.

Figura 3 -Procedimentos de vetorização da linha de costa e geração de transectos no DSAS



Fonte: autores, 2026.

4.3. CLASSIFICAÇÃO INDIRETA DA DINÂMICA SEDIMENTAR

Na caracterização da dinâmica sedimentar da faixa praial, adotou-se uma abordagem indireta, fundamentada na integração entre análise multitemporal da linha de costa, indicadores NSM e EPR, interpretação de feições morfológicas, registros fotográficos de campo, observações diretas e referências bibliográficas sobre a dinâmica costeira da Ilha de Itamaracá. Nesse sentido, a caracterização sedimentar não foi tratada como mensuração direta de transporte ou balanço sedimentar, mas como interpretação espacial e geomorfológica dos padrões de erosão, deposição, transporte sedimentar e estabilidade relativa observáveis na faixa praial (Quadro 01).

Quadro 1- Indicadores utilizados na caracterização indireta da dinâmica sedimentar

Processo analisado	Indicadores considerados	Fonte dos dados	Interpretação esperada
Erosão	Recuo da linha de costa, NSM negativo, EPR negativo, escarpas erosivas, raízes expostas, perda de vegetação, estreitamento da faixa de areia	Imagens orbitais, DSAS, campo e fotografias	Indicação de perda sedimentar e avanço relativo do mar sobre a faixa praial
Deposição	Avanço da linha de costa, NSM positivo, EPR positivo, formação de berma, bancos arenosos, alargamento da praia, acúmulo sedimentar	Imagens orbitais, DSAS, campo e fotografias	Indicação de ganho sedimentar ou progradação local
Transporte sedimentar	Alternância espacial entre setores erosivos e deposicionais, direção predominante da deriva, influência do rio Jaguaribe, recifes e bancos arenosos	Literatura, mapas, DSAS e interpretação geomorfológica	Inferência sobre redistribuição sedimentar longitudinal ou local
Estabilidade relativa	NSM e EPR próximos de zero, ausência de feições erosivas expressivas, manutenção da largura da faixa praial	Imagens orbitais, campo e DSAS	Indicação de equilíbrio morfológico relativo

Fonte: adaptado de Albuquerque (2009), Pereira et al. (2015), Câmara, Holanda e Costa (2023) e Vieira et al. (2024).

Com base nesses critérios, os processos erosivos foram interpretados a partir da associação entre recuo da linha de costa, valores negativos de NSM e EPR, redução da faixa de praia emersa, presença de escarpas erosivas, raízes expostas, estruturas antrópicas ameaçadas, perda de vegetação costeira, estreitamento da faixa arenosa e exposição de substratos ou feições normalmente recobertas por sedimentos.

Os processos deposicionais foram identificados com base em indicadores como avanço da linha de costa, valores positivos de NSM e EPR, alargamento da faixa praial, formação ou ampliação de bermas, presença de bancos arenosos, acúmulo sedimentar em determinados trechos e evidências de progradação observadas nos mapas multitemporais.

O transporte sedimentar, por sua vez, foi inferido indiretamente a partir da distribuição espacial dos setores erosivos e deposicionais, da direção predominante da deriva litorânea descrita na literatura, da influência da desembocadura do rio Jaguaribe, da presença de recifes e bancos arenosos e da comparação entre os padrões morfológicos observados nas praias de Jaguaribe e do Sossego (ALBUQUERQUE, 2009; PEREIRA et al., 2015; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; VIEIRA et al., 2024).

4.4. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA

A avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira foi realizada com base nos parâmetros propostos por Esteves e Finkl (1998), metodologia originalmente aplicada à identificação e análise de áreas criticamente erodidas em praias arenosas da Flórida. No estudo original, os autores consideraram a integração entre o grau de desenvolvimento urbano, o comportamento da linha de costa, a presença de medidas de proteção costeira e a ocorrência de elementos ambientais sensíveis, a fim de compreender como a erosão se manifesta em setores costeiros submetidos a diferentes níveis de ocupação e intervenção antrópica.

A escolha da abordagem justifica-se em razão da compatibilidade entre os critérios utilizados por Esteves e Finkl (1998) e os objetivos da presente pesquisa, uma vez que as praias de Jaguaribe e do Sossego apresentam variações espaciais quanto ao grau de ocupação, à retração da linha de costa, à presença de estruturas de contenção e à ocorrência de impactos ambientais associados à erosão costeira. Nesse sentido, a metodologia permite integrar variáveis morfológicas, antrópicas e estruturais em uma matriz comparativa, favorecendo a análise segmentada da vulnerabilidade costeira (ALBUQUERQUE, 2009; MENEZES et al., 2020; VIEIRA et al., 2024).

A metodologia foi adaptada à escala local e à disponibilidade dos dados obtidos por sensoriamento remoto, geoprocessamento e observações de campo, considerando como parâmetros principais o grau de desenvolvimento urbano, a variação da linha de costa e a presença ou ausência de medidas de proteção costeira. Esses indicadores foram selecionados por representarem dimensões complementares da vulnerabilidade costeira, como a pressão antrópica sobre a zona costeira, a tendência morfodinâmica do segmento analisado e o grau de intervenção humana diante dos processos erosivos (MENEZES et al., 2020; BRASIL, 2018a).

O grau de desenvolvimento urbano foi avaliado em uma faixa de até 300 m a partir da linha de costa, diferentemente da referência original, que utilizou uma faixa de 500 m. Essa adaptação foi adotada em razão da escala espacial das praias analisadas, da proximidade entre a ocupação urbana e a faixa costeira e da necessidade de representar com maior precisão as pressões antrópicas incidentes sobre os setores estudados. Dessa forma, áreas com maior densidade de casas, vias, edificações e infraestruturas foram interpretadas como mais vulneráveis, pois apresentam menor capacidade de ajuste

natural e maior exposição de bens materiais aos efeitos da erosão (MENEZES et al., 2020).

A variação da linha de costa foi classificada com base nos valores de EPR obtidos no DSAS, permitindo diferenciar segmentos em acreção, estabilidade, erosão e erosão intensa. Esse parâmetro representa o componente morfodinâmico da vulnerabilidade, pois expressa a tendência de avanço, estabilidade ou recuo da linha de costa ao longo do período analisado. Assim, setores com taxas negativas mais expressivas foram considerados mais vulneráveis, por indicarem maior perda espacial da faixa costeira (HIMMELSTOSS et al., 2021; CHACANZA, 2023).

Os intervalos adotados para a classificação das taxas de variação da linha de costa não seguiram valores fixos previamente estabelecidos na literatura, uma vez que o objetivo deste estudo foi representar adequadamente os padrões observados em cada praia analisada. Assim, após a obtenção dos resultados do DSAS, realizou-se uma análise exploratória da distribuição das taxas de EPR, considerando sua amplitude, dispersão e frequência de ocorrência. Com base nessa avaliação, foram definidos intervalos capazes de diferenciar os principais comportamentos identificados em cada área de estudo, preservando a representatividade estatística e a coerência da interpretação geomorfológica dos resultados.

Nesse contexto, a praia do Sossego, caracterizada por taxas erosivas elevadas e pela ausência de valores próximos à estabilidade, foi classificada a partir de um intervalo de estabilidade mais amplo, entre $-1,0$ e $+1,0$ m/ano. Em contrapartida, na praia de Jaguaribe, onde predominaram variações de menor magnitude e maior concentração de valores próximos de zero, adotou-se um intervalo mais restritivo ($-0,5$ a $+0,5$ m/ano), o que permitiu discriminar com maior sensibilidade os setores estáveis daqueles sujeitos a tendências erosivas ou progradacionais.

As medidas de proteção costeira foram identificadas por meio de observação direta, registros fotográficos de campo e interpretação visual de imagens orbitais, considerando a presença de muros, enrocamentos, espigões, engordamento artificial ou estruturas similares. A presença dessas estruturas foi interpretada como indicativo de maior criticidade quando associada à erosão e à ocupação consolidada, uma vez que revela a existência de conflito entre a dinâmica natural da costa e o uso antrópico do espaço. Embora possam reduzir localmente os efeitos imediatos da erosão, tais

intervenções também evidenciam setores onde o processo erosivo já demandou respostas estruturais (ESTEVES; FINKL, 1998).

A avaliação dos parâmetros foi realizada por segmentos costeiros, e não apenas por praia inteira. Essa escolha permitiu identificar variações internas em Jaguaribe e no Sossego, uma vez que uma mesma praia pode apresentar setores com diferentes níveis de urbanização, exposição hidrodinâmica, recuo da linha de costa e presença de estruturas de contenção. A análise segmentada contribui para o reconhecimento de contrastes locais que poderiam ser generalizados caso a vulnerabilidade fosse atribuída de forma generalista em toda a extensão praial (ALBUQUERQUE, 2009; MENEZES et al., 2020; VIEIRA et al., 2024). Os critérios utilizados para categorizar cada segmento costeiro encontram-se sistematizados no Quadro 02.

Ressalta-se, contudo, que a adaptação da metodologia apresenta limitações. A classificação da vulnerabilidade não representa um índice quantitativo absoluto, mas uma avaliação qualitativa e comparativa entre segmentos costeiros. Além disso, fatores como regime de ondas, variações sazonais, transporte sedimentar longitudinal, eventos extremos e balanço sedimentar não foram mensurados diretamente, sendo interpretados de forma complementar a partir da evolução da linha de costa, dos indicadores gerados no DSAS, das feições erosivas observadas em campo e da literatura regional (ALMEIDA, 2018; HOLANDA et al., 2020a; GONÇALVES et al., 2022). Portanto, os resultados devem ser compreendidos como uma ferramenta de apoio à análise espacial da vulnerabilidade, e não como uma modelagem determinística dos processos erosivos.

Quadro 2 - Parâmetros para categorizar os segmentos de costa

Parâmetro	Classe	Definição	Contribuição para a vulnerabilidade
Grau de desenvolvimento urbano	Alto	Mais de 60% da área costeira a 300 m da linha de costa ocupada por casas, prédios, estradas ou infraestrutura	Alta
Grau de desenvolvimento urbano	Intermediário	Entre 30% e 60% da área costeira a 300 m da linha de costa ocupada	Média
Grau de desenvolvimento urbano	Baixo ou nenhum	Menos de 30% da área costeira a 300 m da linha de costa ocupada	Baixa
Variação da linha de costa	Acresção	Taxa superior a +0,5 m/ano	Baixa
Variação da linha de costa	Estável	Taxa entre -0,5 m/ano e +0,5 m/ano	Baixa
Variação da linha de costa	Erodida	Taxa entre -1,0 m/ano e -0,5 m/ano	Média
Variação da linha de costa	Intensamente erodida	Taxa inferior a -1,0 m/ano	Alta
Medidas de proteção da costa	Sem	Ausência de obras de proteção costeira	Baixa ou média, conforme contexto local
Medidas de proteção da costa	Com	Presença de muro, enrocamento, espigão, engordamento de praia ou obra similar	Alta, quando associada à erosão e ocupação consolidada

Fonte: adaptado de Esteves e Finkl (1998).

A vulnerabilidade final foi atribuída por integração qualitativa dos três parâmetros principais, considerando o mesmo peso para cada indicador. Para fins de classificação, cada segmento recebeu uma avaliação de baixa, média ou alta contribuição à vulnerabilidade em cada parâmetro analisado. Assim, segmentos com predominância de contribuições altas foram classificados como de alta vulnerabilidade; segmentos com combinação entre contribuições médias e altas foram classificados como de média vulnerabilidade; e segmentos com predominância de contribuições baixas foram classificados como de baixa vulnerabilidade.

Os registros de campo, as imagens orbitais, a largura da faixa arenosa, a presença de vegetação costeira, as feições erosivas e os impactos ambientais observados foram utilizados como elementos complementares de validação e interpretação da classificação final. Dessa forma, esses elementos não substituíram os três parâmetros principais da matriz, mas auxiliaram na diferenciação de setores com comportamento

estatístico semelhante, especialmente nos casos em que a taxa de variação da linha de costa não expressava, isoladamente, a complexidade ambiental observada em campo.

Além da classificação baseada em Esteves e Finkl (1998), as taxas de deslocamento da linha de costa foram organizadas em classes de retrogradação, estabilidade e progradação, conforme adaptação de Chacanza (2023). Essa classificação permitiu representar espacialmente a intensidade das mudanças observadas e facilitar a comparação entre os setores analisados, conforme apresentado no Quadro 03.

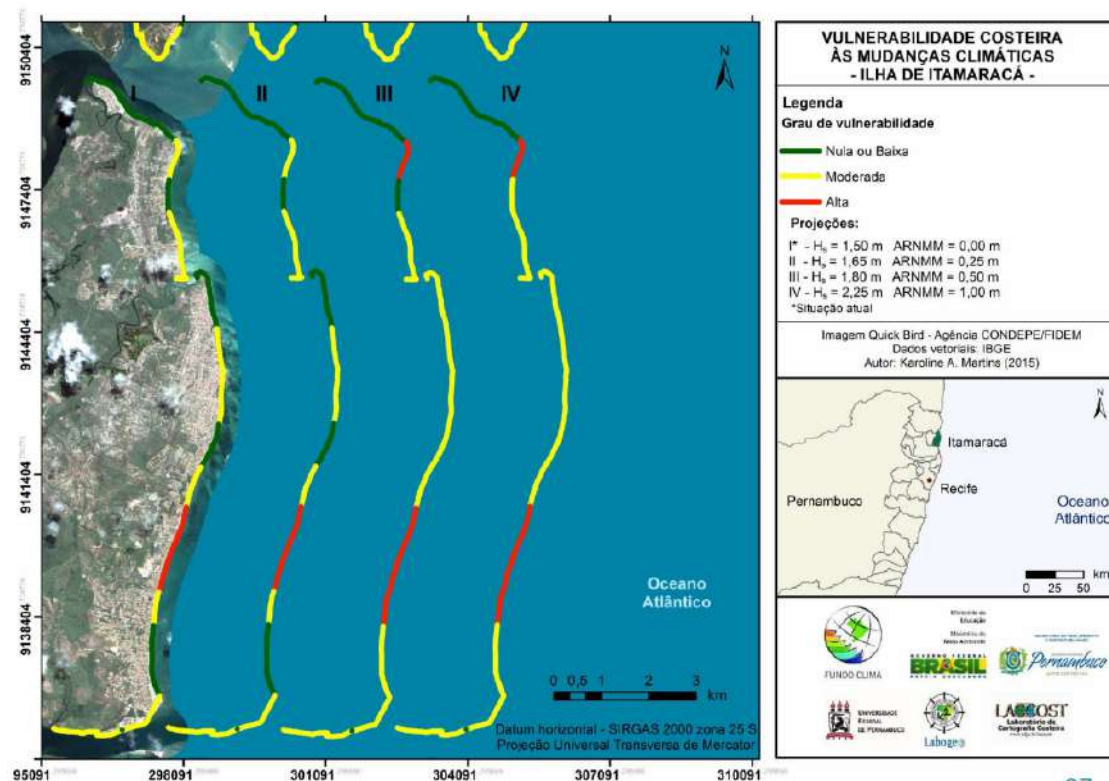
Quadro 3 - Classes das taxas de deslocamento da linha de costa

Classe de mudança da linha de costa	Escala de variação
Retrogradação severa	Menor que -3 m/ano
Retrogradação moderada	-3 m/ano a -2 m/ano
Retrogradação baixa	-2 m/ano a -1 m/ano
Estabilidade	-1 m/ano a +1 m/ano
Progradação baixa	+1 m/ano a +2 m/ano
Progradação moderada	+2 m/ano a +3 m/ano
Progradação severa	Maior que +3 m/ano

Fonte: adaptado de Chacanza (2023).

No contexto regional, estudos anteriores já indicam a presença de setores vulneráveis às mudanças climáticas e aos processos erosivos na Ilha de Itamaracá. A Figura 04 apresenta a vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas na ilha, conforme mapeamento de Pereira et al. (2015), servindo como referência complementar para a interpretação dos segmentos analisados neste trabalho.

Figura 4 - Vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas na Ilha de Itamaracá



Fonte: Pereira et al., 2015.

4.5. LEVANTAMENTO DE CAMPO

O levantamento de campo foi realizado nas praias de Jaguaribe e do Sossego com duas finalidades complementares, registrar evidências ambientais associadas à variação da linha de costa e identificar a percepção da população local sobre as mudanças observadas na faixa praial. Essa etapa permitiu complementar os dados obtidos por sensoriamento remoto e geoprocessamento, especialmente em relação aos impactos ambientais não plenamente identificáveis nas imagens orbitais.

As observações diretas em campo incluíram registro fotográfico georreferenciado, identificação de feições erosivas e deposicionais, reconhecimento de áreas com estreitamento da faixa de areia, presença de escarpas, raízes expostas, danos em muros ou estruturas próximas à costa, perda de vegetação, bancos arenosos, bermas e acúmulos sedimentares. Essas observações foram utilizadas como evidências auxiliares para responder aos objetivos relacionados os indicadores indiretos da dinâmica sedimentar, aos impactos ambientais e à vulnerabilidade costeira.

A aplicação de questionários semiestruturados foi realizada junto a moradores residentes nas proximidades das áreas de estudo, comerciantes, pescadores, trabalhadores locais e frequentadores com vínculo recorrente com as praias. Priorizou-se a participação de indivíduos com maior tempo de residência ou atuação na região, de

modo a obter relatos sobre transformações ambientais percebidas ao longo dos anos. A percepção ambiental foi adotada como fonte complementar às análises físicas, pois permite registrar mudanças graduais nem sempre captadas por séries de imagens orbitais (FIRMINO; ALVES, 2021; AMORIM; ALVES; ANDRADE, 2024).

O questionário contemplou cinco blocos principais: perfil do entrevistado, percepção física das mudanças na faixa praial, impactos observados, gestão e adaptação, e percepção de riscos futuros. As perguntas foram estruturadas para identificar alterações na largura da faixa de areia, períodos de maior retração da zona costeira, danos observados, medidas de proteção existentes, adaptações realizadas pela população e percepção de segurança diante dos processos erosivos (Quadro 04).

Quadro 4 - Estrutura do questionário semiestruturado aplicado em campo

1. PERFIL DO ENTREVISTADO
1.1. Situação do domicílio no local
() Própria (Residência fixa) () Alugada (Residência fixa) () Veraneio (Uso apenas em feriados/fins de semana) () Aluguel por temporada
1.2. Tempo de residência/atuação na área?
() <2 anos () 2-4 anos; () 5-10 anos; () 10-20 anos; () > 20 anos
1.3. Relação com o local?
() Morador; () Comerciante/trabalhador; () Turista; () Pescador
2. PERCEPÇÃO FÍSICA
2.1. Você notou mudanças na largura da faixa de areia nos últimos anos?
() Sim, diminuiu; () Sim, aumentou; () Não notei mudança
2.2. Em qual período você percebe que o mar avança mais?
() Inverno (Abr. a Nov.); () Verão (Dez. a Mar.) () Ressacas/Marés de sizígia (durante lua cheia ou lua nova); () Não sabe
2.3. Na sua opinião, qual é o principal problema ambiental desta praia?
() Erosão costeira (avanço do mar e perda da faixa de areia); () Descarte inadequado de resíduos (lixo na areia ou no mar); () Esgoto doméstico (lançamento direto ou línguas negras); () Retirada da vegetação nativa (supressão de restinga ou mangue); () Ocupação irregular (casas e muros construídos em cima da praia); () Tráfego de veículos na areia (quadriciclos e carros); () Outro
2.4. Como você classifica as erosões costeiras?
() Perigosas () Inofensivas
3. IMPACTOS OBSERVADOS
3.1. Quais danos você já presenciou devido ao avanço do mar?
() Queda/morte de plantas no litoral; () Danos em muros/casas; () Destruição de calçamento/vias de acesso; () Outros
Como você avalia a velocidade da erosão em Jaguaribe/Sossego?
() Lenta; () Moderada; () Rápida/Agressiva; () Inexistente
4. GESTÃO E ADAPTAÇÃO
4.1. Existe alguma medida de proteção feita pelo poder público aqui?
() Sim; () Não; () Não sabe
4.2. Quais medidas você já tomou para reduzir o risco de erosão costeira?
() Obra de contenção () levantou a casa () outro () N/D
5. RISCOS FUTUROS
5.1. Você se sente seguro em relação ao avanço do mar para os próximos 10 anos?
() Sim; () Não; () Indiferente

Fonte: adaptado de Amorim, Alves e Andrade (2024).

Foram aplicados 28 questionários, junto a moradores, comerciantes, pescadores, trabalhadores locais e frequentadores com vínculo recorrente com as praias de Jaguaribe e do Sossego. A finalidade dos formulários foi registrar a percepção da população sobre erosão costeira, recuo da faixa praial, redução da faixa de areia e impactos ambientais,

funcionando como fonte complementar aos resultados obtidos por geoprocessamento, observação de campo e análise multitemporal. Dos 28 questionários, 16 foram aplicados em Jaguaribe e 12 no Sossego.

As informações obtidas nos questionários foram organizadas em planilha eletrônica e analisadas por meio de frequências simples e categorias temáticas. As respostas fechadas foram contabilizadas em percentuais, enquanto as respostas abertas foram agrupadas de acordo com temas recorrentes, como percepção de erosão, perda de faixa de areia, danos à vegetação, impactos em moradias, alterações na paisagem, medidas de adaptação e avaliação da atuação do poder público.

Os dados oriundos dos questionários não foram utilizados como medida direta da evolução da linha de costa, mas como informação complementar para interpretar impactos percebidos, validar observações de campo e ampliar a compreensão socioambiental dos processos identificados nas imagens e nos mapas.

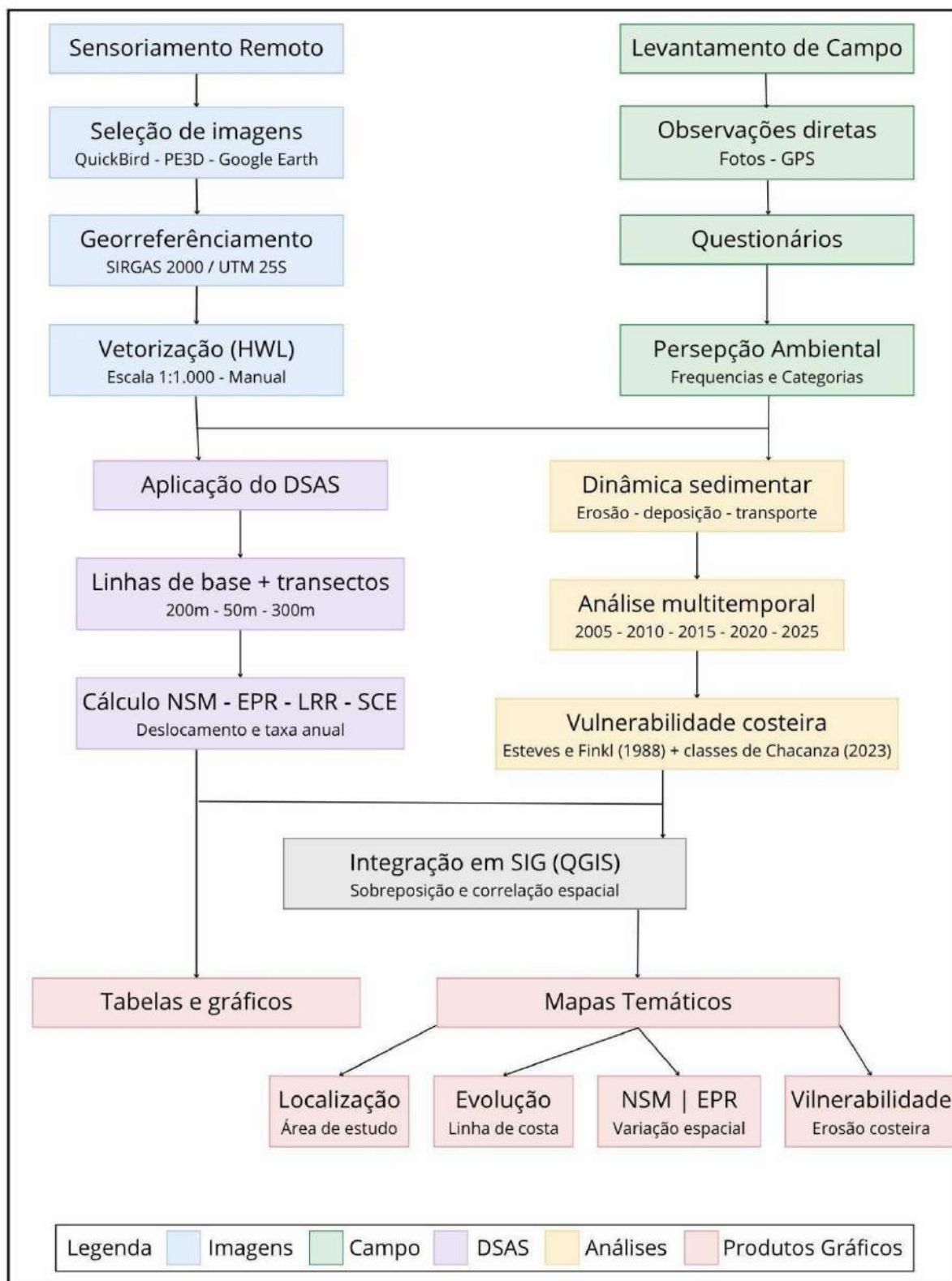
4.6. INTEGRAÇÃO E ANÁLISE EM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Todos os dados obtidos foram integrados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, com uso do software QGIS. Foram reunidos os limites das áreas de estudo, imagens georreferenciadas, linhas de costa vetorizadas, transectos gerados no DSAS, valores de NSM e EPR, registros fotográficos, pontos de observação de campo, informações dos questionários e classes de vulnerabilidade costeira.

A integração em SIG permitiu correlacionar a evolução da linha de costa com os indicadores indiretos de dinâmica sedimentar, os impactos ambientais observados e os parâmetros de vulnerabilidade. A partir dessa integração, foram elaborados mapas temáticos representando a evolução multitemporal da linha de costa, os setores erosivos e deposicionais, as áreas com maior suscetibilidade aos processos erosivos e os impactos ambientais associados ao recuo da faixa arenosa(Figura 05).

Os mapas temáticos foram organizados em quatro grupos principais: mapa de localização da área de estudo; mapas de evolução da linha de costa entre 2005 e 2025; mapas de variação espacial com valores de NSM e EPR; e mapas de vulnerabilidade à erosão costeira. Essa etapa permitiu transformar os dados espaciais e de campo em produtos cartográficos diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa.

Figura 5 - Síntese metodológica da integração dos dados em SIG



Fonte: autores, 2026.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA (2005–2025)

5.1.1. Praia do Sossego

A análise da variação espaço-temporal da linha de costa da praia do Sossego foi realizada com base em cinco posições temporais, correspondentes aos anos de 2005, 2010, 2015, 2020 e 2025. As linhas de costa foram processadas no *Digital Shoreline Analysis System*, com espaçamento de 50 m entre transectos perpendiculares à linha de base. Ao longo da extensão analisada, foram gerados 26 transectos, sem registros classificados como *NoData* (Figura 06). Dessa forma, todos os transectos apresentaram interseção suficiente com as cinco linhas de costa analisadas, permitindo o cálculo contínuo das estatísticas EPR, LRR, NSM e SCE. Os resultados indicam predominância de recuo da linha de costa em toda a extensão da praia, configurando um quadro de retrogradação costeira persistente no intervalo analisado (Figura 07).

Figura 6 -Linhas de costa da praia do Sossego entre 2005 e 2025

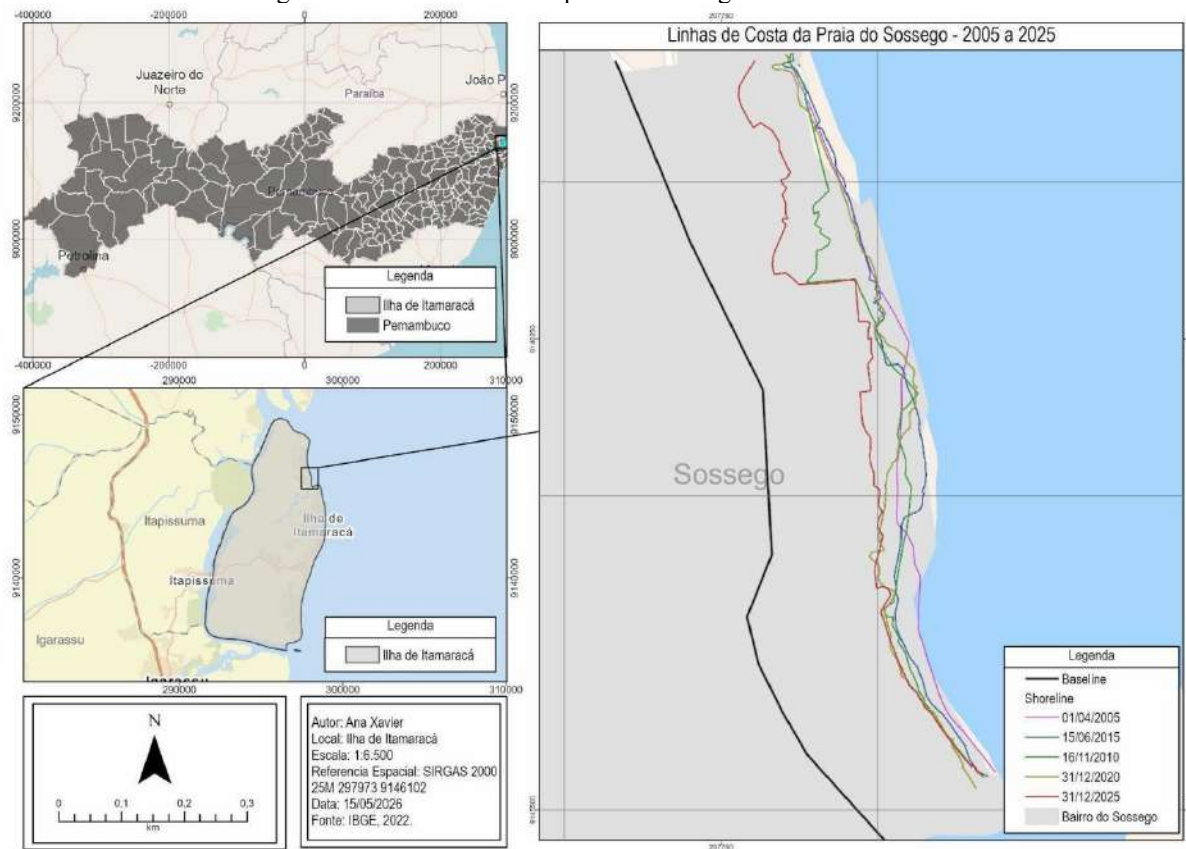
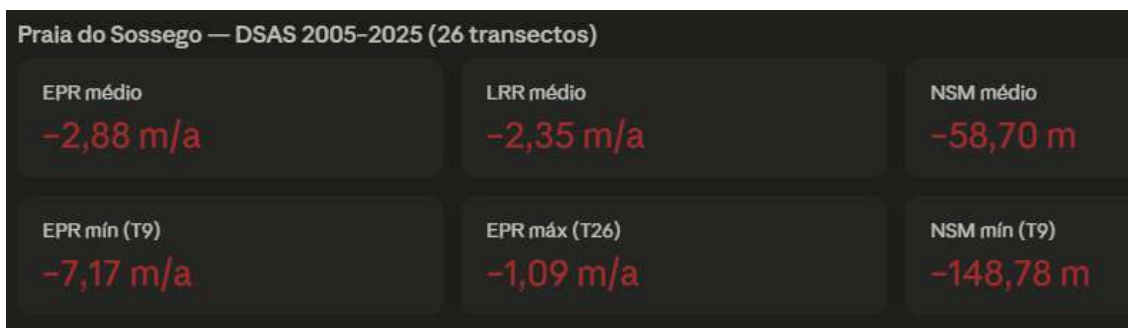


Figura 7 - Síntese dos resultados do DSAS para a praia do Sossego entre 2005 e 2025



Fonte: autores, 2026.

De acordo com os resultados da estatística EPR, todos os 26 transectos apresentaram taxas negativas de variação da linha de costa, indicando predomínio absoluto de processos erosivos no período de 2005 a 2025. A taxa média de EPR foi de -2,88 m/ano, enquanto a maior taxa anual de erosão foi registrada no transecto 9, com -7,17 m/ano. A menor intensidade erosiva ocorreu no transecto 26, com -1,09 m/ano. Esses resultados evidenciam que, mesmo nos setores menos críticos, a praia não apresentou estabilidade efetiva ou acreção detectável na série temporal analisada (Tabela 02).

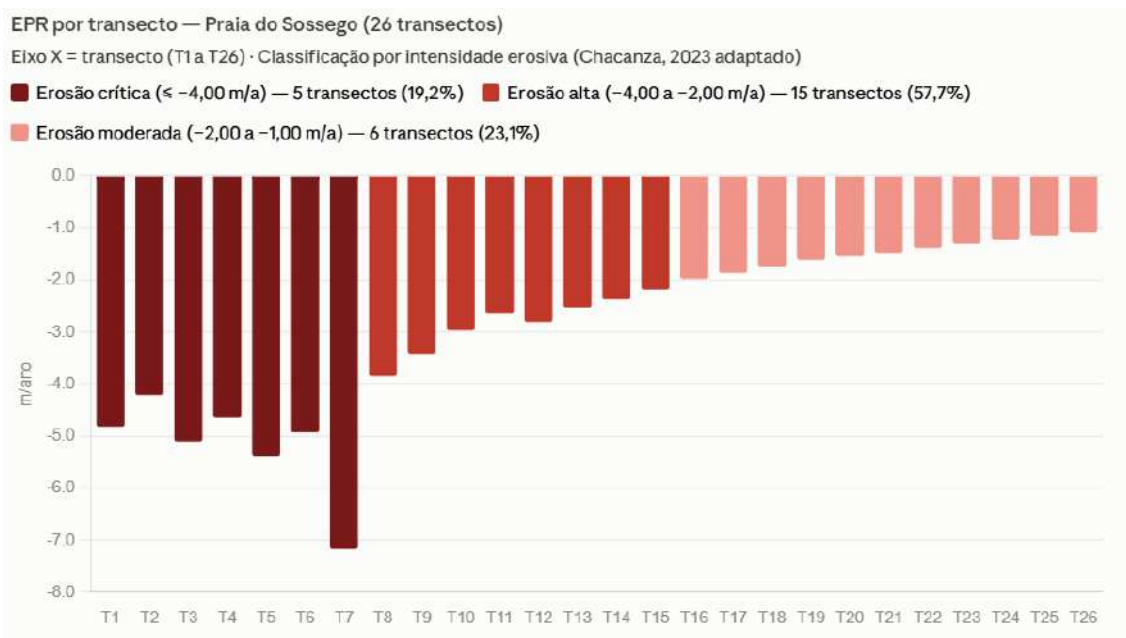
Tabela 2 - EPR da praia do Sossego (2005–2025): taxa média, taxa máxima de erosão e distribuição dos transectos

Classe erosiva	Intervalo EPR (m/ano)	Quantidade de transectos	Percentual (%)
Erosão extrema	< -5,0	2	7,7
Erosão severa	-5,0 a -3,0	6	23,1
Erosão intensa	-3,0 a -1,0	18	69,2
Estabilidade	-1,0 a +1,0	0	0
Progradação	> +1,0	0	0

Fonte: autores, 2026.

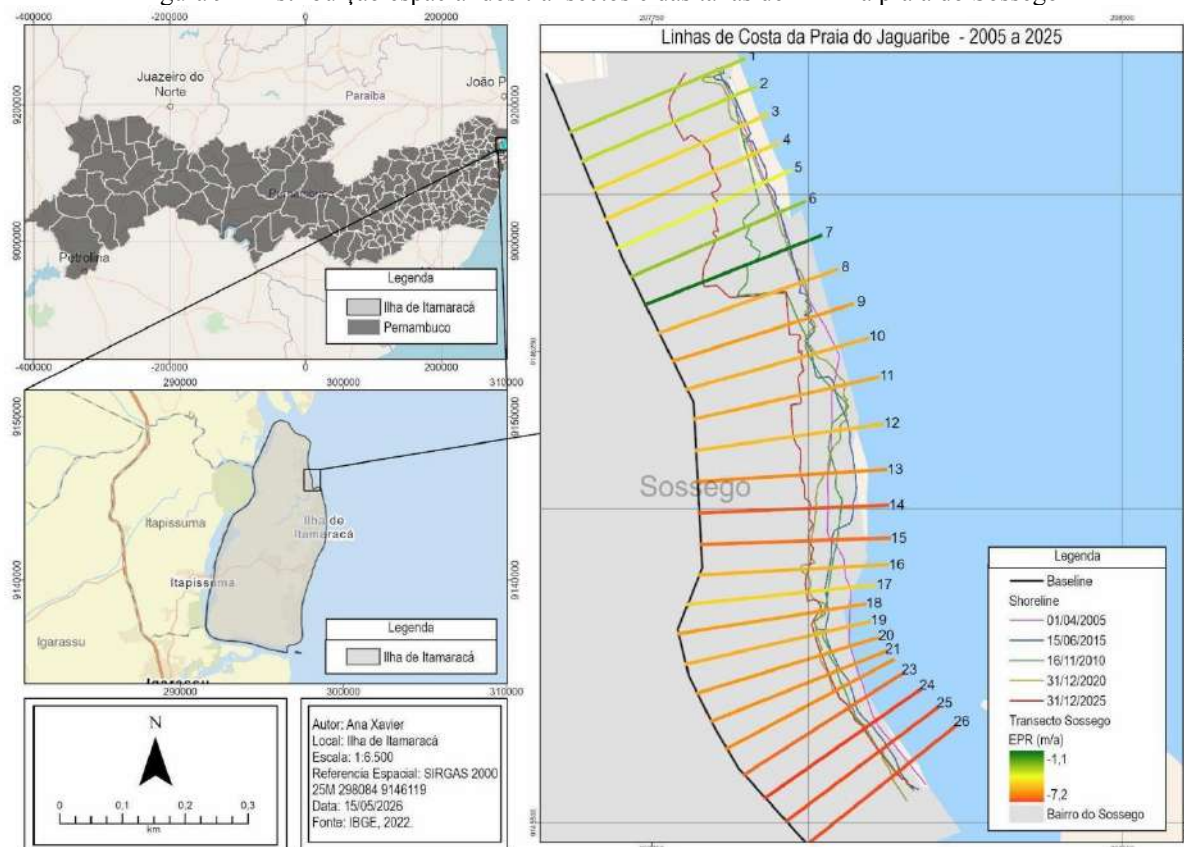
A distribuição das classes demonstra que 7,7% dos transectos apresentaram erosão extrema, 23,1% erosão severa e 69,2% erosão intensa. A ausência de transectos em estabilidade ou progradação indica que a praia do Sossego apresentou comportamento erosivo contínuo ao longo do período analisado. Como não houve levantamento sedimentológico direto, esse padrão deve ser interpretado como indício de perda sedimentar persistente, inferido a partir da variação da linha de costa e dos indicadores estatísticos do DSAS (Figura 08).

Figura 8 - Taxas de EPR por transecto na praia do Sossego entre 2005 e 2025



Fonte: autores, 2026.

Figura 9 - Distribuição espacial dos transectos e das taxas de EPR na praia do Sossego



Fonte: autores, 2026.

A estatística LRR apresentou comportamento semelhante ao EPR. Todos os transectos registraram valores negativos, com taxa média de $-2,35$ m/ano e maior taxa erosiva de $-4,63$ m/ano no transecto 3. A convergência entre EPR e LRR negativos em toda a praia reforça que o recuo observado não se limita a variações pontuais entre as

datas inicial e final, mas expressa uma tendência erosiva persistente ao longo da série temporal.

Tabela 3 - LRR da praia do Sossego entre 2005 e 2025: taxa média, taxa máxima de erosão e percentual de transectos erosivos

n° de transectos	Taxa média (m/ano)	Taxa máxima de erosão (m/ano)	Transectos erosivos (%)	Transectos em acreção (%)
26	-2,35	-4,63	100	0

Fonte: autores, 2026.

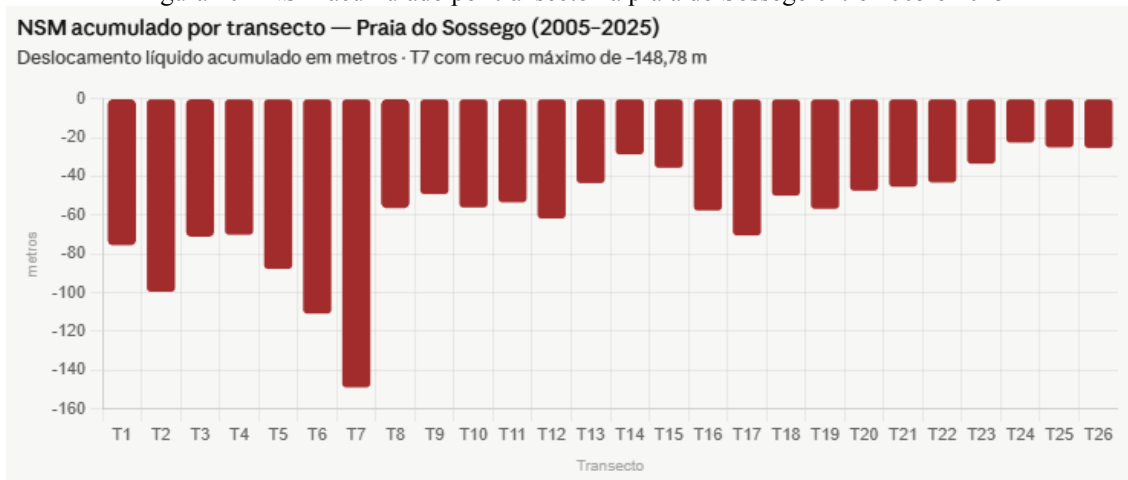
Os resultados da estatística NSM demonstram que a linha de costa da praia do Sossego apresentou recuo médio de -58,70 m entre 2005 e 2025. O maior recuo acumulado foi registrado no transecto 7, com NSM de -148,78 m. Esse resultado não coincide necessariamente com o transecto de maior taxa anual de EPR, pois o NSM expressa o deslocamento líquido acumulado entre a linha inicial e final, enquanto o EPR representa a taxa média anual de variação. A estatística SCE apresentou média de 66,29 m, com valor máximo de 148,78 m no mesmo transecto, indicando elevada mobilidade espacial da linha de costa. A estatística SCE apresentou média de 66,29 m, com valor máximo de 148,78 m no mesmo transecto, indicando elevada mobilidade espacial da linha de costa. Entretanto, essa mobilidade ocorreu predominantemente em direção ao continente, sem fases de progradação detectáveis na série analisada.

Tabela 4 - NSM e SCE da praia do Sossego entre 2005 e 2025: valores médios e máximos.

Estatística	Valor médio (m)	Valor máximo (m)	Transecto
NSM	-58,70	-148,78	T7
SCE	66,29	148,78	T7

Fonte: autores, 2026.

Figura 10 - NSM acumulado por transecto na praia do Sossego entre 2005 e 2025



Fonte: autores, 2026.

Devido à magnitude elevada dos valores registrados nos transectos T7 e T9, os respectivos traçados foram verificados individualmente nas imagens multitemporais, a fim de reduzir a possibilidade de erro de vetorização ou influência de feições locais não representativas da linha de praia. Câmara, Holanda e Costa (2023) também identificaram padrões de recuo da costa em praias urbanizadas e protegidas por recifes no litoral sul de Pernambuco, com 40,54% em erosão, 35,14% em avanço de construções, 4,05% em erosão, 10,81% em recuo de construções e 9,46% em estabilidade, em Tamandaré. Associando a intensificação da erosão à ocupação da pós-praia e à limitação dos processos naturais de recomposição sedimentar. No caso do Sossego, os valores obtidos indicam um cenário mais severo, possivelmente relacionado à combinação entre exposição hidrodinâmica, redução da faixa arenosa, interferências antrópicas e limitada reposição sedimentar.

Entre os fatores associados ao agravamento da erosão destacam-se a ocupação da pós-praia, a supressão da vegetação de restinga e a presença de estruturas rígidas implantadas em área sensível à dinâmica costeira. Vieira et al. (2024) indicam que a artificialização da faixa costeira na Ilha de Itamaracá contribui para a intensificação da vulnerabilidade geomorfológica, especialmente em setores onde há redução dos elementos naturais de proteção. Assim, os resultados obtidos para o Sossego devem ser interpretados como evidência espacial de recuo persistente da linha de costa, e não como cálculo direto de volume sedimentar perdido.

Figura 11 - Comparação multitemporal da praia do Sossego entre 2005 e 2025



Fonte: autores, 2026.

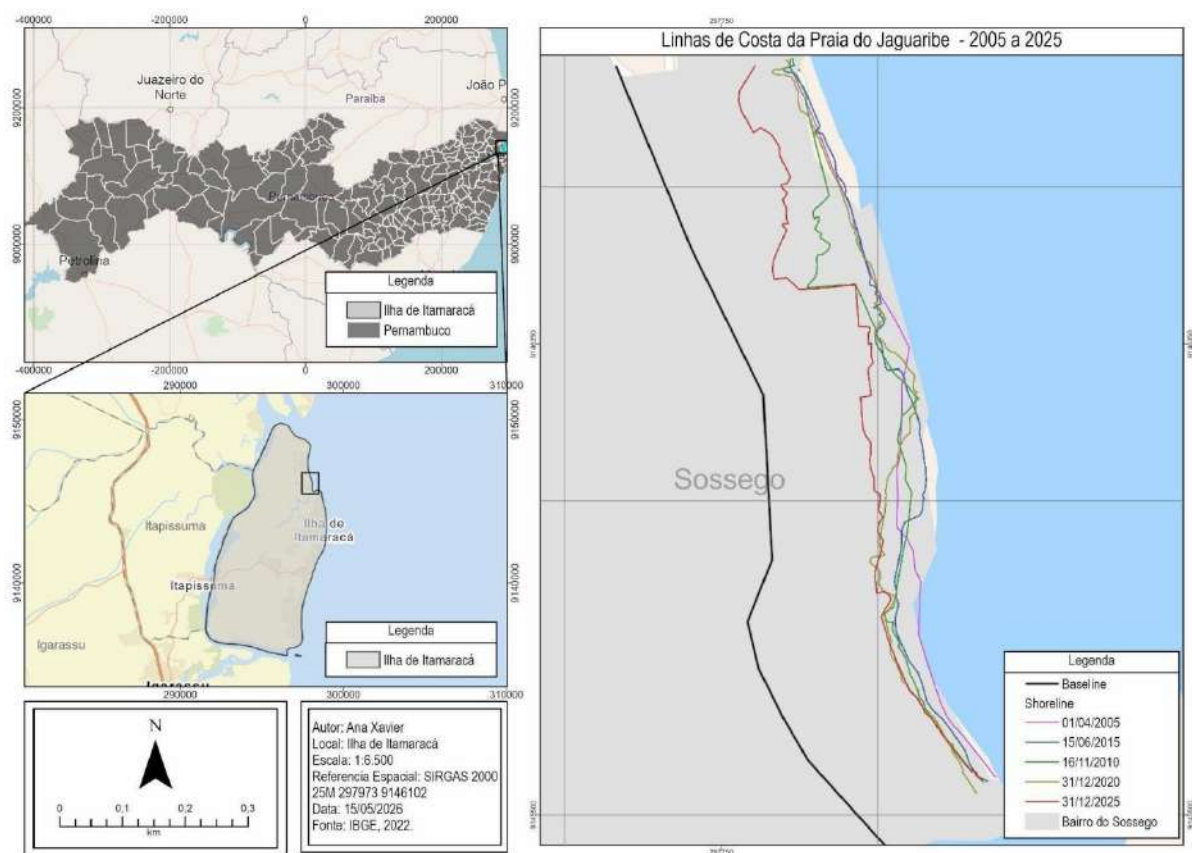
Em síntese, os resultados do DSAS indicam que a praia do Sossego apresenta elevada vulnerabilidade erosiva, com recuo da linha de costa em todos os transectos analisados e ausência de setores em acreção. Esse comportamento constitui geoindicador relevante para o planejamento costeiro, pois evidencia a necessidade de monitoramento contínuo, controle da ocupação da pós-praia e estratégias de recuperação ambiental baseadas em evidências técnicas.

5.1.2. Praia de Jaguaribe

A análise da variação espaço-temporal da costa da Praia de Jaguaribe foi realizada com base nas posições temporais de 2005, 2010, 2015, 2020 e 2025, processadas no DSAS com espaçamento de 50 m entre transectos. Inicialmente, foram gerados 42 transectos ao longo da praia. No entanto, devido à intensa progradação observada no setor norte em 2025, parte dos transectos deixou de interceptar adequadamente todas as linhas de costa da série temporal, resultando em 33 transectos exportados pelo DSAS. Desses, cinco foram classificados como NoData por apresentarem interseção com apenas duas linhas de costa, conforme critério metodológico descrito por Himmelstoss et al. (2021). Assim, 28 transectos válidos foram utilizados nas análises estatísticas finais.

A distribuição das linhas de costa entre 2005 e 2025 evidencia que a Praia de Jaguaribe não apresenta comportamento uniforme ao longo de sua extensão, conforme observado na Figura 12. A sobreposição multitemporal indica alternância entre trechos de avanço, recuo e estabilidade relativa, revelando um padrão morfodinâmico mais complexo que aquele observado na praia do Sossego. Essa heterogeneidade sugere que a evolução costeira em Jaguaribe resulta da interação entre condicionantes locais, como a desembocadura do rio Jaguaribe, a presença de feições recifais, bancos arenosos, variações na orientação da linha de costa e diferenças no grau de exposição à ação hidrodinâmica.

Figura 12 - Linhas de costa da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025



Os resultados obtidos indicam um padrão costeiro espacialmente heterogêneo, marcado pela coexistência de setores em acreção, estabilidade relativa e erosão localizada. Diferentemente da praia do Sossego, onde a tendência erosiva ocorreu de forma mais contínua, Jaguaribe apresentou alguns indicadores de dinâmica sedimentar assimétrica, com setores capazes de acumular sedimentos e outros submetidos à retrogradação. Essa diferenciação pode estar associada ao aporte sedimentar proveniente da desembocadura fluvial, à atuação da deriva litorânea, à influência de recifes e bancos arenosos na dissipação da energia das ondas e à redistribuição local de sedimentos ao longo da faixa praial (CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023).

De acordo com a estatística EPR, 10 dos 28 transectos válidos apresentaram acreção sedimentar, enquanto 14 foram classificados como estáveis. Apenas quatro transectos apresentaram taxas erosivas significativas, sem registro de erosão severa ou extrema, conforme demonstrado na Tabela 05. Esse resultado indica que, em termos de taxa anual média entre o primeiro e o último traçado costeiro analisados, Jaguaribe apresentou predomínio de estabilidade relativa e acreção, o que aponta para maior capacidade de recomposição morfológica em comparação com setores submetidos à erosão persistente.

Tabela 5 - EPR da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025: distribuição dos transectos por classe morfodinâmica

Classe morfodinâmica	Intervalo EPR (m/ano)	Quantidade de transectos	Percentual (%)
Acreção	$> +0,5$	10	35,7
Estabilidade	$-0,5$ a $+0,5$	14	50,0
Erodida	$-1,0$ a $-0,5$	1	3,6
Intensamente erodida	$< -1,0$	3	10,7

Fonte: autores, 2026.

Os intervalos adotados para a classificação das taxas de variação da linha de costa não seguiram valores fixos previamente estabelecidos na literatura, uma vez que o objetivo do estudo foi representar adequadamente os padrões observados em cada praia analisada. Dessa forma, após a obtenção dos resultados do DSAS, procedeu-se a uma análise exploratória da distribuição das taxas de EPR, considerando sua amplitude, dispersão e frequência de ocorrência. Com base nessa avaliação, foram definidos intervalos capazes de diferenciar os principais comportamentos identificados em cada área de estudo, de modo a preservar tanto a representatividade estatística quanto a coerência da interpretação geomorfológica dos resultados.

Nesse sentido, a praia do Sossego, caracterizada por taxas erosivas elevadas e pela ausência de valores próximos à estabilidade, foi classificada a partir de um intervalo de estabilidade mais amplo, entre $-1,0$ e $+1,0$ m/ano. Já a praia de Jaguaribe, onde predominaram variações de menor magnitude e maior concentração de valores próximos de zero, exigiu a adoção de um intervalo mais restritivo ($-0,5$ a $+0,5$ m/ano), permitindo discriminar com maior sensibilidade os setores estáveis daqueles sujeitos a tendências erosivas ou progradacionais.

A distribuição espacial das taxas de EPR permitiu agrupar os transectos em três setores principais, correspondente ao norte, central e sul. O setor norte apresentou EPR médio de $+0,81$ m/ano e NSM médio de $+16,73$ m, configurando o principal núcleo de acreção da praia. O setor central apresentou EPR médio de $-0,23$ m/ano e NSM médio de $-4,73$ m, caracterizando o principal núcleo erosivo. O setor sul apresentou EPR médio de $+0,35$ m/ano e NSM médio de $+5,02$ m, indicando estabilidade relativa com tendência pontual à acreção, conforme sintetizado na Tabela 06.

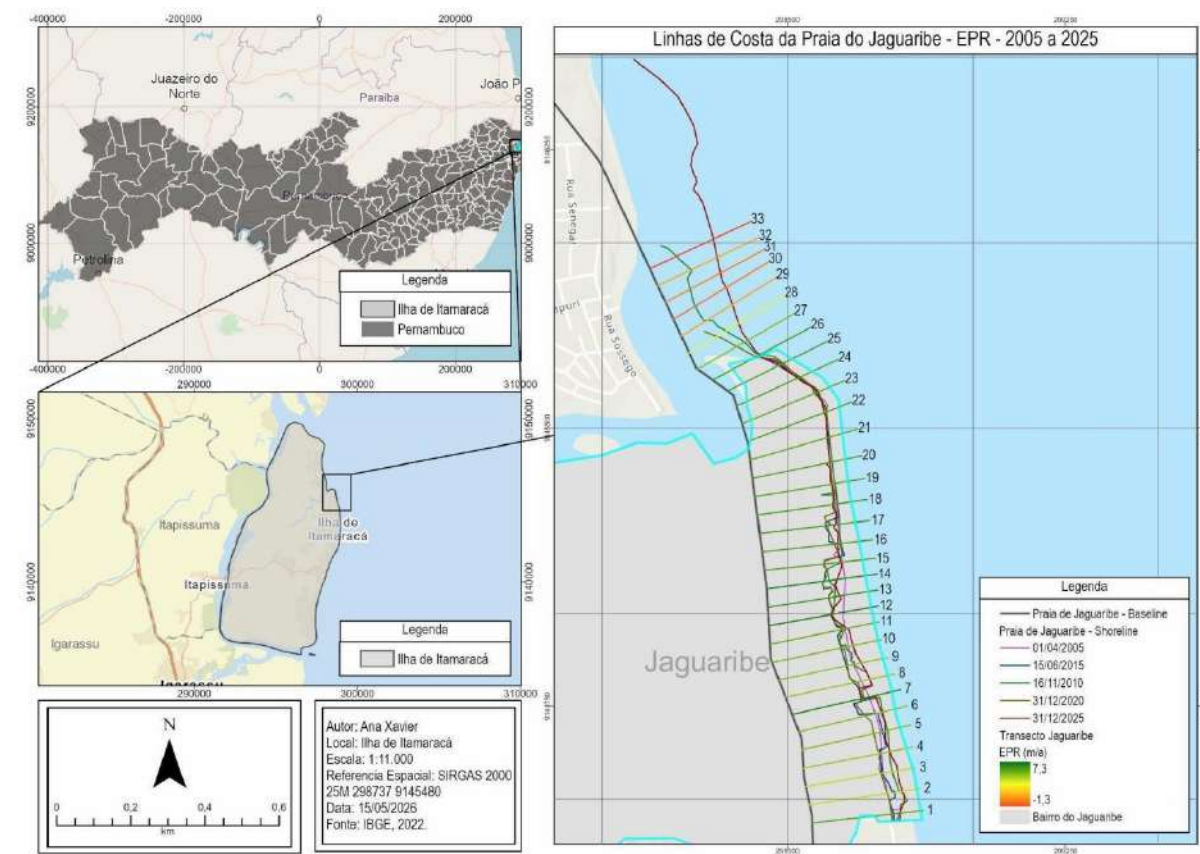
Tabela 6 - EPR e NSM médios por setor na Praia de Jaguaribe

Setor	Transectos	EPR médio (m/ano)	NSM médio (m)	Tendência predominante
Norte	1–8	+0,81	+16,73	Acreção
Central	9–20	-0,23	-4,73	Erosão
Sul	21–28	+0,35	+5,02	Estabilidade/Acreção

Fonte: autores, 2026.

A espacialização das taxas de EPR, apresentada na Figura 13, reforça a compartimentação morfodinâmica da Praia de Jaguaribe. O setor norte concentra os maiores valores positivos, sugerindo tendência deposicional ou progradação local. Esse comportamento pode estar relacionado à disponibilidade sedimentar associada à desembocadura do rio Jaguaribe e à redistribuição de sedimentos por processos litorâneos. O setor central, por sua vez, concentra os valores negativos mais expressivos, indicando que esse trecho apresenta maior suscetibilidade à erosão. Já o setor sul demonstra comportamento intermediário, com predomínio de estabilidade relativa e acreção pontual.

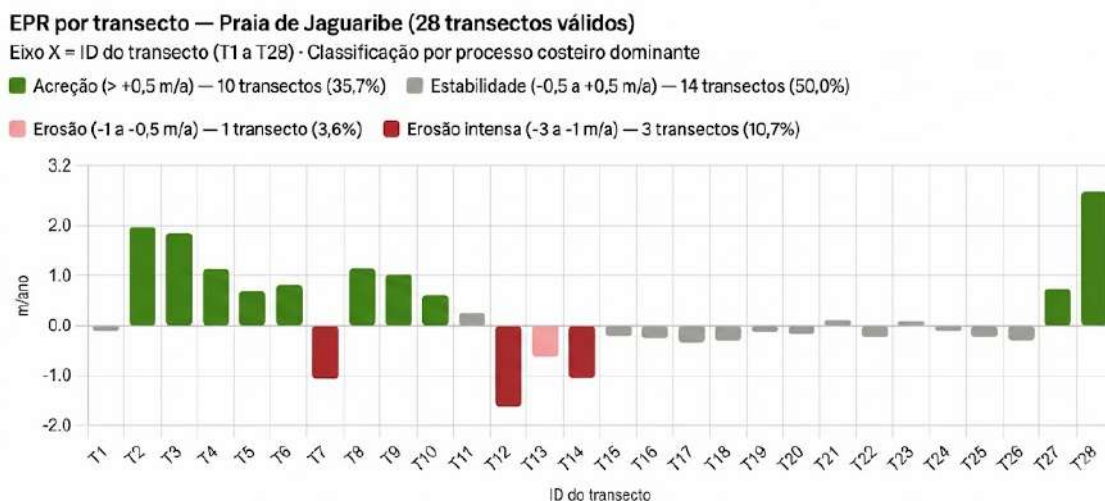
Figura 13 -Distribuição espacial das taxas de EPR na Praia de Jaguaribe



Fonte: autores, 2026.

O setor central constituiu o principal núcleo erosivo de Jaguaribe, com destaque para os transectos 12, 14 e 13. O transecto 12 registrou EPR de $-1,60$ m/ano e NSM de $-33,27$ m, representando o trecho de maior retrogradação costeira identificado na praia. A Figura 14 evidencia a variação do EPR por transecto, permitindo observar que os valores negativos se concentram espacialmente, e não se distribuem de forma contínua ao longo de toda a praia. Esse padrão indica que a erosão em Jaguaribe possui caráter localizado, possivelmente condicionado por variações na morfologia praial, na orientação da linha costeira e na dissipação diferencial da energia das ondas.

Figura 14- EPR por transecto na Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025



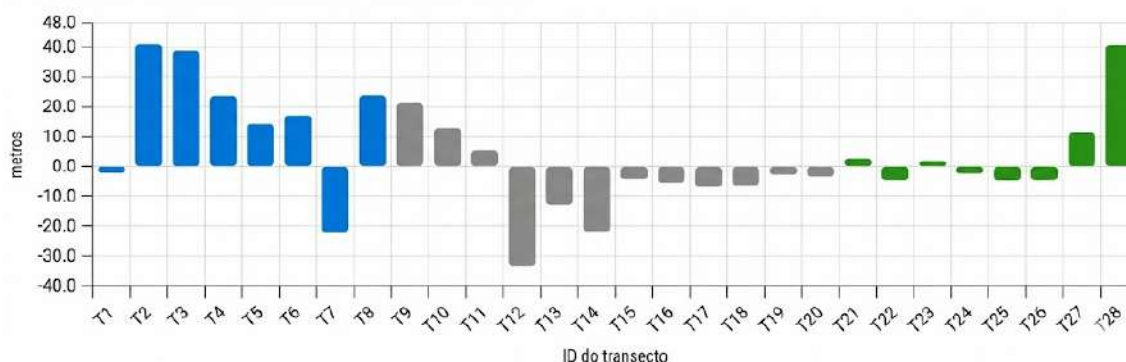
Fonte: autores, 2026.

A análise do NSM acumulado por transecto e setor, apresentada na Figura 15, complementa a interpretação do EPR ao evidenciar a magnitude absoluta dos deslocamentos do limite costeiro. Enquanto o EPR expressa a taxa média anual de variação, o NSM permite visualizar o deslocamento líquido entre os extremos temporais analisados. Assim, os valores positivos no setor norte indicam avanço acumulado da linha de costa, enquanto os valores negativos no setor central confirmam a ocorrência de recuo localizado. Essa leitura conjunta é importante porque evita interpretações baseadas apenas na taxa anual e permite compreender a expressão espacial real das mudanças costeiras.

Figura 15 - NSM acumulado por transecto e setor na Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025.

Deslocamento líquido da linha de costa em metros · Coloração por setor geográfico

■ Setor norte (T1-T8) · EPR médio +0,81 m/a · NSM médio +16,73 m ■ Setor central (T9-T20) · EPR médio -0,23 m/a · NSM médio -4,73 m
 ■ Setor sul (T21-T28) · EPR médio +0,35 m/a · NSM médio +5,02 m



Fonte: autores, 2026.

Os resultados da estatística LRR indicaram comportamento parcialmente distinto daquele observado no EPR. Dos 28 transectos válidos, 19 apresentaram taxas negativas, resultando em média geral de -0,13 m/ano. Esse resultado demonstra que, apesar da progradação expressiva registrada no setor norte em 2025, a tendência estrutural de longo prazo ainda revela sinais de erosão moderada em parte significativa dos transectos.

Os resultados da estatística LRR indicaram comportamento parcialmente distinto daquele observado no EPR. Dos 28 transectos válidos, 19 apresentaram taxas negativas, resultando em média geral de -0,13 m/ano, conforme indicado na Tabela 07. Esse resultado demonstra que, embora o EPR aponte predomínio de estabilidade e acreção quando compara diretamente 2005 e 2025, a tendência linear considerando todas as datas da série revela sinais de erosão em parte significativa dos transectos. Essa diferença entre os indicadores reforça a importância de analisar múltiplas estatísticas no DSAS, uma vez que o EPR pode ser fortemente influenciado por mudanças expressivas na posição final da posição da costa, enquanto o LRR considera o comportamento temporal ao longo de toda a série.

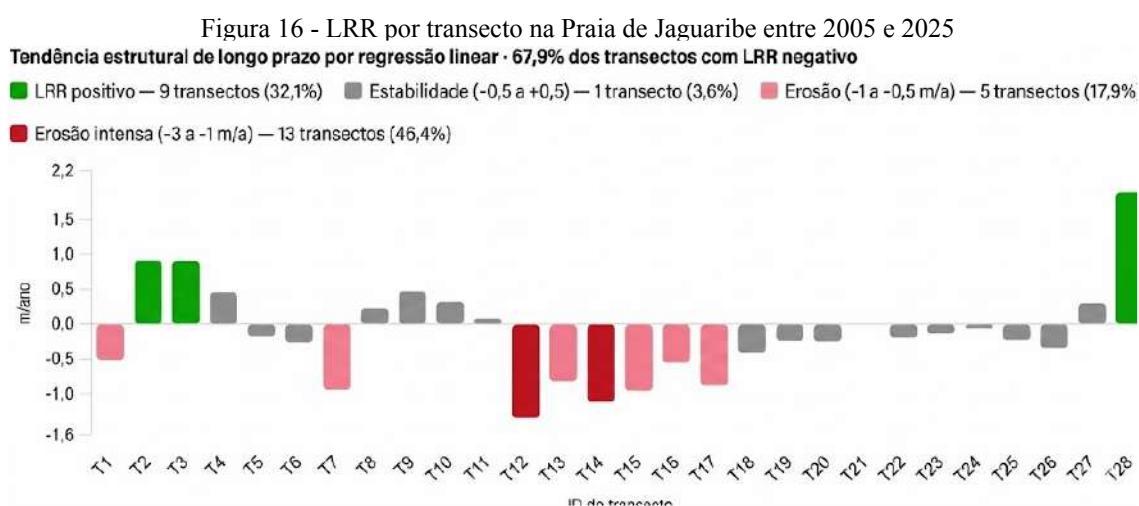
Tabela 7 - LRR da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025

n° de transectos	Taxa média (m/ano)	Taxa máxima de erosão (m/ano)	Transectos erosivos (%)	Transectos em acreção (%)
28	-0,13	-1,34	67,9	32,1

Fonte: autores, 2026.

As maiores taxas erosivas de LRR foram registradas nos transectos 12, 14 e 13, localizados no setor central da praia, como apresentado na Figura 16. A persistência desses valores negativos confirma a existência de um núcleo erosivo nesse setor. No

entanto, a baixa magnitude média do LRR indica que Jaguaribe apresenta maior equilíbrio morfodinâmico relativo quando comparada à praia do Sossego. Em termos ambientais, isso significa que a praia não deve ser classificada como uniformemente erosiva, mas como um sistema de resposta espacial diferenciada, no qual setores deposicionais e estáveis coexistem com trechos de recuo localizado. Esse comportamento é compatível com análises realizadas em praias protegidas por recifes no litoral pernambucano, nas quais a distribuição espacial das taxas de erosão e acreção demonstrou forte heterogeneidade entre diferentes segmentos costeiros (CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023).



Fonte: autores, 2026.

O NSM médio da Praia de Jaguaribe foi de $+4,19$ m, influenciado pelos valores positivos registrados nos setores norte e sul. O SCE apresentou média de $29,06$ m, com máximo de $68,44$ m no transecto 28, indicando elevada variabilidade espaço-temporal da fronteira terra-mar, conforme apresentado na Tabela 08. Essa variabilidade demonstra que, mesmo em setores classificados como estáveis ou em acreção, a linha de costa pode ter apresentado oscilações expressivas ao longo da série temporal. Portanto, a estabilidade relativa identificada em alguns transectos não deve ser interpretada como ausência de dinâmica, mas como resultado de balanços temporários entre recuo e avanço do limite entre continente e oceano.

Tabela 8 - NSM e SCE da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025

Estatística	Valor médio (m)	Valor máximo (m)	Transecto
NSM	+4,19	+40,89	T4
SCE	29,06	68,44	T28

Fonte: autores, 2026.

Os transectos classificados como *NoData* não foram incorporados às estatísticas finais de EPR, LRR, NSM e SCE, uma vez que os cálculos no DSAS dependem da interseção consistente entre os transectos e as linhas de costa consideradas na série temporal (HIMMELSTOSS et al., 2021). Entretanto, sua distribuição espacial foi considerada como evidência cartográfica complementar, pois coincide com o setor de progradação visualmente identificado no extremo norte da praia. A comparação multitemporal apresentada na Figura 17 confirma essa tendência visual, mas a interpretação foi mantida de forma cautelosa, sem incorporar os valores NoData ao cálculo estatístico final. Essa decisão metodológica reduz o risco de superestimar a acreção e mantém a consistência estatística da análise, conforme recomendado em abordagens baseadas em indicadores de variação da linha de costa calculados por transectos no DSAS (HIMMELSTOSS et al., 2024).

Figura 17 - Comparação multitemporal da Praia de Jaguaribe entre 2005 e 2025



Fonte: autores, 2026.

Em conjunto, os resultados do DSAS indicam que a Praia de Jaguaribe apresenta um sistema costeiro espacialmente assimétrico, com acreção no setor norte, estabilidade relativa em parte do setor sul e erosão localizada no setor central. Essa configuração diferencia Jaguaribe da praia do Sossego, onde a erosão se manifestou de forma mais

contínua e generalizada. Em Jaguaribe, a presença de setores com avanço ou manutenção da traçado costeiro indica maior capacidade de recomposição sedimentar ou retenção local de sedimentos, possivelmente favorecida pela influência da desembocadura fluvial, por feições recifais e por bancos arenosos, elementos que podem modificar a circulação costeira, reter sedimentos ou intensificar processos erosivos de forma localizada (ALBUQUERQUE, 2009; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023).

Ainda assim, os trechos erosivos identificados no setor central demandam atenção, pois a ocorrência de taxas negativas de EPR e LRR, associada a valores expressivos de NSM negativo, indica que determinados segmentos permanecem vulneráveis ao recuo da linha de costa. Essa interpretação é coerente com estudos realizados no litoral leste da Ilha de Itamaracá, que indicam a ocorrência de setores com risco geomorfológico erosivo e diferentes níveis de vulnerabilidade ao longo da costa (VIEIRA et al., 2024). Dessa forma, a praia deve ser compreendida como um ambiente de vulnerabilidade seletiva, no qual os impactos potenciais do recuo da faixa praial variam conforme o setor analisado. Reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e planejamento costeiro em escala local, evitando generalizações que classifiquem toda a praia como estável ou toda a praia como erosiva.

Dessa forma, a análise da dinâmica hidrossedimentar das praias de Jaguaribe e do Sossego permite compreender por que setores geograficamente próximos podem apresentar comportamentos costeiros distintos. Enquanto o Sossego demonstra maior sensibilidade à interação entre ação marinha, circulação estuarina e déficit sedimentar, Jaguaribe apresenta resposta mais heterogênea, influenciada por feições recifais, bancos arenosos, ocupação urbana e aporte sedimentar associado à desembocadura fluvial. Esses condicionantes reforçam a necessidade de interpretar a evolução da linha de costa em escala local, considerando a interação entre processos físicos, sedimentares, geomorfológicos e antrópicos (ALBUQUERQUE, 2009).

5.2. DINÂMICA SEDIMENTAR E COMPARTIMENTAÇÃO MORFODINÂMICA

A comparação entre as praias do Sossego e de Jaguaribe evidencia padrões morfodinâmicos distintos no setor leste da Ilha de Itamaracá. Enquanto a praia do Sossego apresentou predomínio de retrogradação da linha de costa ao longo de todo o

período analisado, Jaguaribe apresentou comportamento espacialmente mais heterogêneo, caracterizado por uma ocorrência de setores em progradação, estabilidade relativa e retrogradação localizada. Esses resultados demonstram que praias geograficamente próximas podem apresentar respostas morfológicas diferenciadas frente aos mesmos condicionantes regionais, possivelmente em função da interação entre circulação costeira, influência estuarina, presença de recifes, orientação da linha de costa, disponibilidade sedimentar e formas de ocupação da zona costeira.

Neste estudo, a dinâmica sedimentar foi interpretada de forma indireta, com base na distribuição espacial dos indicadores EPR, LRR, NSM e SCE, na compartimentação dos setores erosivos, estáveis e progradacionais, nas feições registradas durante o trabalho de campo e na literatura referente à circulação costeira, à deriva litorânea, à influência estuarina, aos recifes e ao aporte fluvial na Ilha de Itamaracá. Dessa forma, as interpretações apresentadas não correspondem à mensuração direta do transporte sedimentar, do balanço sedimentar ou das variações volumétricas da praia. Em vez disso, consistem em inferências sobre a evolução morfológica da linha de costa e sobre possíveis processos de erosão, deposição e redistribuição de sedimentos, fundamentadas na integração dos indicadores do DSAS, das evidências de campo e do conhecimento previamente estabelecido na literatura, devendo ser interpretadas com a cautela na evolução espaço-temporal da linha de costa e integração entre diferentes evidências disponíveis, inerente à abordagem metodológica adotada (HIMMELSTOSS et al., 2021; ALBUQUERQUE, 2009; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; VIEIRA et al., 2024).

As diferenças observadas entre as praias também podem ser compreendidas à luz do contexto geológico e geomorfológico regional. A configuração atual do litoral leste e nordeste brasileiro resulta da evolução quaternária da margem costeira, associada às oscilações do nível relativo do mar, ao regime de ventos, à disponibilidade sedimentar e às heranças geomorfológicas, influencia a configuração atual dos sistemas praias e a resposta aos processos erosivos e deposicionais. Esses fatores constituem condicionantes regionais amplamente reconhecidos na literatura e auxiliam na interpretação das respostas morfológicas identificadas neste estudo. Nesse contexto, a Figura 18 auxilia na contextualização dos condicionantes regionais, apresentando um esquema dos principais elementos geológicos, climáticos e hidrodinâmicos que caracterizam a dinâmica costeira local (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1992).

Figura 18 - Contexto geológico e dinâmicas atmosférico-costeiras do leste e nordeste do Brasil



Fonte: adaptado de Dominguez, Bittencourt e Martin (1992).

Na praia do Sossego, a interpretação dos resultados aponta para predominância de comportamento erosivo ao longo do período analisado. Essa interpretação baseia-se na ausência de setores em progradação, nos valores negativos de EPR e LRR em todos os transectos, no recuo acumulado indicado pelo NSM e nas evidências registradas durante o levantamento de campo. Em conjunto, esses indicadores sugerem menor evidência de recomposição morfológica da faixa praial durante o intervalo estudado e indica maior fragilidade da faixa praial diante da ação marinha. A inexistência de setores classificados como estáveis ou progradacionais também é compatível com uma tendência erosiva relativamente contínua, podendo indicar, de forma indireta, uma condição de menor disponibilidade sedimentar ou menor eficiência dos mecanismos naturais de retenção e reposição de sedimentos descritos para ambientes costeiros com características semelhantes.

Na praia de Jaguaribe, os indicadores e os padrões de evolução da linha de costa revelaram comportamento espacialmente mais heterogêneo. A ocorrência de setores em progradação no trecho norte coincide com a proximidade da desembocadura do rio Jaguaribe, situação que, de acordo com a literatura regional, pode estar associada à influência do aporte sedimentar fluvial e estuarino (MARTINS, 2022). Entretanto, essa relação deve ser compreendida como uma hipótese interpretativa, uma vez que não foram realizadas medições diretas do transporte sedimentar.

Por outro lado, o setor central apresentou recuo localizado da linha de costa, enquanto o setor sul concentrou áreas classificadas como estáveis e progradacionais.

Essa alternância entre acreção, estabilidade e erosão, forma um conjunto de respostas espaciais que é compatível com ambientes costeiros cuja evolução é influenciada pela interação entre recifes, canais estuarinos, bancos arenosos e diferentes condições hidrodinâmicas descritas para a região (ALBUQUERQUE, 2009; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; VIEIRA et al., 2024).

A distribuição percentual dos transectos por classe de variação da linha de costa, apresentada na Tabela 9, sintetiza o contraste entre as duas praias. No Sossego, todos os transectos apresentaram tendência erosiva, ainda que com diferentes intensidades. Em Jaguaribe, 85,7% dos transectos foram classificados como estáveis ou progradacionais, enquanto apenas 14,3% apresentaram retrogradação. Esses resultados evidenciam que a evolução da faixa praial não ocorre de forma homogênea no litoral leste da Ilha de Itamaracá, variando conforme a configuração morfológica local, o grau de exposição às forçantes costeiras e a presença de feições naturais descritas na literatura como elementos capazes de modificar a resposta morfológica das praias.

Tabela 9 - Distribuição percentual dos transectos por classe de variação da linha de costa

Classe morfodinâmica	Praia do Sossego (%)	Praia de Jaguaribe (%)
Retrogradação severa	19,23	0
Retrogradação moderada	57,69	10,70
Retrogradação baixa	23,08	3,60
Estabilidade	0	50,00
Progradação	0	35,70

Fonte: autores, 2026.

A análise setorial reforça essa diferenciação espacial. Na praia do Sossego, os setores norte, central e sul apresentaram retrogradação, variando principalmente quanto à intensidade do recuo identificado pelos indicadores do DSAS. O setor norte concentrou os maiores valores negativos de EPR e NSM, associados à presença de escarpas erosivas e exposição de raízes observadas em campo, constituindo o trecho de maior criticidade entre os setores avaliados. Em Jaguaribe, o setor norte apresentou tendência progradacional, o setor central concentrou os principais indícios de retrogradação e o setor sul apresentou comportamento predominantemente estável, com ocorrência pontual de progradação. A síntese dessas interpretações encontra-se apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 - Síntese dos processos predominantes por setor

Praia	Setor	Processo predominante	Evidências observadas	Tendência
Sossego	Norte	Erosivo severo	Elevados valores negativos de EPR e NSM; scarps; exposição de raízes	Retrogradação
Sossego	Central	Erosivo moderado	Recuo contínuo da linha de costa	Retrogradação
Sossego	Sul	Erosivo baixo/moderado	Menor intensidade erosiva relativa	Retrogradação
Jaguaribe	Norte	Deposicional	Acreção associada ao aporte fluvial	Progradação
Jaguaribe	Central	Erosivo	Recuo localizado e instabilidade sedimentar	Retrogradação
Jaguaribe	Sul	Misto	Alternância entre estabilidade e deposição	Estabilidade

Fonte: autores, 2026.

De forma integrada, os resultados sugerem que as tendências morfológicas e os padrões de evolução da linha de costa observados são compatíveis com a ação conjunta de fatores naturais e antrópicos. Em Jaguaribe, a proximidade da desembocadura estuarina, associada às feições naturais de proteção e às características geomorfológicas locais, pode contribuir para uma maior diversidade de respostas morfológicas, com ocorrência simultânea de progradação, estabilidade e erosão localizada. No Sossego, por outro lado, a predominância de retrogradação, associada à redução da faixa de praia e às evidências erosivas observadas em campo, indicam maior fragilidade ambiental. Esses resultados reforçam a importância da compartimentação espacial das praias, uma vez que setores distintos podem apresentar comportamentos contrastantes mesmo sob os mesmos condicionantes regionais.

As interpretações apresentadas também são coerentes com estudos anteriores realizados em Pernambuco e na Ilha de Itamaracá. Albuquerque (2009) descreve a influência dos condicionantes geomorfológicos sobre a vulnerabilidade costeira do litoral leste da ilha. Câmara, Holanda e Costa (2023) reforçam que praias protegidas por recifes no litoral pernambucano podem apresentar respostas espaciais distintas, em função da atuação de recifes, *beachrocks*, bancos arenosos, desembocaduras e variações na orientação do limite costeiro. Vieira et al. (2024), identificam diferentes níveis de risco geomorfológico erosivo em praias do litoral leste de Itamaracá, reforçando a importância de abordagens locais e setoriais para a compreensão da evolução costeira.

Ressalta-se que a ausência de análises granulométricas, levantamento de perfis topográficos, estimativas volumétricas e monitoramento hidrodinâmico impede a quantificação direta do balanço sedimentar das praias. Dessa forma, termos como aporte sedimentar, déficit sedimentar, retenção sedimentar e redistribuição de sedimentos

devem ser compreendidos neste trabalho como interpretações geomorfológicas fundamentadas na evolução da linha de costa, nos indicadores do DSAS, nas evidências obtidas em campo e na literatura especializada, e não como resultados provenientes de medições sedimentológicas diretas. Essa limitação não invalida os resultados, mas delimita um alcance interpretativo e reforça a necessidade de estudos futuros com amostragem sedimentológica, monitoramento topobatimétrico e acompanhamento sazonal da morfologia praial.

5.3. IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO RECUO DA FAIXA ARENOSA

A retração da linha de costa nas praias de Jaguaribe e do Sossego tem provocado severas alterações morfológicas e ambientais na zona praial, caracterizadas principalmente pelo balanço sedimentar negativo e pela perda de cobertura vegetal nativa. Esse processo de erosão contínua desencadeia uma desestabilização estrutural nas áreas adjacentes, evidenciada pela exposição de raízes de árvores e palmeiras exóticas (como os coqueiros), além do colapso de espécimes vegetais e da destruição de infraestruturas construídas sobre a pós-praia (MARTINS et al., 2016). Conforme apontado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018a), tais modificações na dinâmica sedimentar reduzem significativamente a largura da faixa de areia em direção ao continente, comprometendo a integridade ecológica do ecossistema costeiro.

Além dos danos à vegetação, as praias analisadas exibem feições de degradação antrópica direta que acentuam os impactos erosivos. Registra-se uma forte pressão humana decorrente do turismo desordenado, da circulação de veículos automotores na área de estirâncio e do descarte inadequado de resíduos sólidos. Esse cenário de vulnerabilidade ambiental é potencializado pela presença de estruturas rígidas de proteção costeira e construções urbanas irregulares sobre o topo da praia que, ao interferirem no balanço de sedimentos, agravam os processos erosivos locais.

Na praia do Sossego, os impactos ambientais apresentaram maior intensidade e distribuição espacial mais contínua, acompanhando o padrão de erosão generalizada identificado nos resultados do DSAS. A comparação visual entre 2015 e 2025 evidencia alterações na configuração da faixa praial e permite observar a intensificação dos efeitos associados à retração do ambiente costeiro, conforme apresentado na Figura 19. Entre os principais impactos registrados, destacam-se supressão de restinga, estreitamento da

pós-praia, exposição de raízes, danos em estruturas urbanas e presença de obras emergenciais de contenção costeira. Esse conjunto de evidências indica maior fragilidade ambiental no Sossego, especialmente em setores onde a ocupação próxima à linha de costa reduz a capacidade de adaptação morfológica do sistema praial (MARTINS et al., 2016; MENEZES et al., 2020).

Figura 19 -Comparação dos impactos ambientais associados ao recuo da faixa arenosa na praia do Sossego entre 2015 e 2025



Fonte: autores, 2026.

A perda de largura da faixa arenosa no Sossego possui relevância ambiental porque compromete a função natural da praia como zona de dissipação da energia das ondas. Em praias submetidas à erosão, a redução da faixa emersa tende a ampliar a exposição da pós-praia, da vegetação costeira e das estruturas antrópicas à ação marinha. Esse processo contribui para a retroalimentação dos impactos, pois a diminuição do espaço de acomodação da praia reduz a capacidade de recomposição sedimentar após eventos de maior energia. Estudos sobre erosão costeira em Pernambuco indicam que a ocupação da pós-praia, a perda de vegetação e a presença de estruturas rígidas podem intensificar a vulnerabilidade de setores litorâneos já submetidos ao recuo da posição da costa (MARTINS et al., 2016; BRASIL, 2018a; MENEZES et al., 2020; VIEIRA et al., 2024).

A Figura 20 reforça essa interpretação ao reunir registros de estruturas afetadas ou expostas em áreas próximas à linha de costa. A comparação entre registros históricos, imagens jornalísticas e observações de campo permite contextualizar a persistência dos impactos no tempo, indicando que os danos observados não correspondem apenas a eventos isolados, mas a um processo progressivo de aproximação da ação marinha sobre áreas ocupadas. Essa leitura é compatível com diretrizes de gestão costeira que apontam a ocupação da pós-praia como fator crítico na intensificação dos riscos associados à erosão costeira (BRASIL, 2018a).

Figura 20- Em A, registro de estrutura comercial afetada pela erosão costeira na praia do Sossego, conforme Marco Zero Conteúdo (2022). Em B, registro de estrutura danificada em área próxima à linha de costa. Em C, imagem histórica do Google (2013). Em D, registro de campo dos autores (2026), evidenciando exposição de estruturas



Fonte: autores, 2026.

Em Jaguaribe, os impactos ambientais apresentaram distribuição mais localizada, concentrando-se principalmente no setor central, onde os dados do DSAS indicaram recuo da linha de costa. Foram observadas feições associadas à erosão da berma, recuo da vegetação costeira, exposição parcial de estruturas e instabilidade pontual da faixa praial. No entanto, diferentemente do Sossego, a presença de setores em estabilidade e progradação contribui para menor continuidade espacial dos impactos. Essa diferenciação indica que Jaguaribe não deve ser interpretada como uma praia uniformemente impactada, mas como um sistema de resposta setorial, no qual os impactos se concentram nos trechos de maior retrogradação e menor capacidade de

recomposição sedimentar (HOLANDA et al., 2020a; CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; VIEIRA et al., 2024).

Os registros fotográficos apresentados na Figura 21 evidenciam feições erosivas e alterações morfológicas nas duas praias, contribuindo para a validação visual dos padrões identificados nas análises espaciais. A presença de escarpas, raízes expostas, estreitamento da faixa arenosa e estruturas próximas à zona ativa da praia confirma a relação entre os indicadores quantitativos de variação da linha de costa e as manifestações ambientais observadas em campo. Assim, os registros fotográficos não atuam apenas como ilustração, mas como evidência complementar para interpretar a materialização dos impactos no território.

Figura 21- Registros fotográficos de feições erosivas e alterações morfológicas nas praias do Sossego e de Jaguaribe.



Fonte: autores, 2026.

A classificação dos impactos ambientais em baixa, moderada e alta intensidade foi realizada de forma qualitativa, considerando a frequência espacial das evidências observadas, a correspondência com os setores de maior recuo da linha de costa, os

registros fotográficos de campo e a presença de estruturas ou vegetação afetadas. Impactos classificados como altos corresponderam a evidências recorrentes e espacialmente contínuas; impactos moderados corresponderam a ocorrências localizadas; e impactos baixos corresponderam a registros pontuais ou pouco expressivos. A matriz apresentada no Quadro 6 sintetiza a intensidade relativa dos impactos observados em cada praia.

Quadro 6 - Matriz de impactos ambientais observados nas praias do Sossego e de Jaguaribe

Tipo de impacto	Praia do Sossego	Praia de Jaguaribe
Supressão de restinga	Alta	Moderada
Erosão da berma	Alta	Moderada
Exposição de raízes	Alta	Baixa
Danos em estruturas	Alta	Moderada
Estreitamento da pós-praia	Alta	Moderada
Estruturas de contenção	Moderada/Alta	Baixa
Perda sedimentar	Alta	Moderada
Recuo da linha de costa	Alta	Moderada

Fonte: autores, 2026.

Os resultados demonstram que a praia do Sossego apresenta maior intensidade de impactos ambientais associados ao recuo da faixa praial. A predominância de impactos classificados como altos relaciona-se aos setores com maior recuo da linha de costa, maior exposição da pós-praia e maior presença de evidências erosivas observadas em campo. Em Jaguaribe, os impactos apresentam distribuição espacial mais heterogênea, em função da alternância entre setores de acreção, estabilidade e erosão localizada. Essa diferenciação confirma que os impactos ambientais do estreitamento da faixa arenosa não se distribuem de forma uniforme, mesmo entre praias próximas, pois dependem da interação entre dinâmica sedimentar, grau de ocupação, presença de feições naturais de proteção e exposição hidrodinâmica (Martins et al., 2016; Câmara; Holanda; Costa, 2023; Vieira et al., 2024).

5.4. VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA

Os resultados obtidos indicam contraste expressivo entre as praias analisadas, com maior vulnerabilidade costeira na Praia do Sossego e menor criticidade relativa na Praia de Jaguaribe. No Sossego, a vulnerabilidade elevada relaciona-se à associação entre urbanização próxima à faixa costeira, retrogradação persistente da linha de costa e baixa condição de proteção ou amortecimento natural frente à ação marinha. Em Jaguaribe, embora existam trechos erosivos localizados, a presença de setores estáveis e deposicionais, somada à ocorrência de vegetação costeira e feições naturais de retenção ou dissipação de energia em determinados segmentos, reduz a vulnerabilidade predominante da praia como um todo. Essa diferenciação demonstra que a vulnerabilidade costeira não deve ser interpretada apenas a partir da presença de erosão, mas pela integração entre ocupação urbana, comportamento da linha de costa e condição de proteção costeira de cada segmento analisado (ESTEVES; FINKL, 1998; MACHADO; ALBINO, 2023; QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022; VIEIRA et al., 2024).

A classificação da vulnerabilidade foi realizada a partir dos três parâmetros definidos na metodologia: grau de urbanização, variação da linha de costa e condição de proteção costeira. Esses parâmetros foram considerados com o mesmo peso analítico, de forma que a vulnerabilidade final resultou da quantidade de fatores críticos identificados em cada segmento. Para fins de contagem, foram considerados críticos os segmentos com urbanização alta, presença de retrogradação da linha de costa e condição de proteção costeira insuficiente, parcial ou marcada por estruturas pontuais associadas à erosão. Nesse sentido, a variável proteção costeira foi interpretada como a capacidade efetiva do segmento de amortecer ou responder aos processos erosivos. Assim, a ausência de proteção natural em áreas erosivas, a proteção parcial e a presença de estruturas pontuais ou rígidas não foram tratadas como elementos de redução automática da vulnerabilidade, mas como indicativos de baixa capacidade adaptativa ou de conflito entre a dinâmica costeira e o uso antrópico do espaço (ESTEVES; FINKL, 1998; CRUZ-RAMÍREZ et al., 2024).

Com base nessa lógica, segmentos com três fatores críticos foram classificados como de alta vulnerabilidade; segmentos com dois fatores críticos foram classificados como de média vulnerabilidade; e segmentos com nenhum ou apenas um fator crítico foram classificados como de baixa vulnerabilidade. A vegetação costeira, os impactos ambientais observados em campo, a influência fluviomarinha e as feições sedimentares locais foram utilizados como elementos complementares de interpretação, auxiliando a

explicar os resultados obtidos, mas sem constituírem novos parâmetros independentes de classificação. Essa delimitação metodológica torna a avaliação mais reprodutível e evita sobreposição entre critérios principais e evidências complementares.

A aplicação dos critérios aos segmentos costeiros analisados encontra-se sistematizada na Tabela 10. Na Praia do Sossego, os segmentos norte e central apresentaram alta vulnerabilidade, pois reuniram urbanização elevada, retrogradação da linha de costa e condição de proteção costeira insuficiente ou associada a estruturas pontuais. O setor sul apresentou vulnerabilidade média, em razão da presença de retrogradação menos intensa e proteção apenas parcial, ainda que com menor criticidade urbana em relação aos demais setores da praia. Esse padrão evidencia que o Sossego apresenta maior concentração de fatores críticos, especialmente nos trechos onde a ocupação da pós-praia reduz a capacidade de ajuste natural do sistema costeiro.

Em Jaguaribe, os segmentos norte e sul foram classificados como de baixa vulnerabilidade, devido à baixa urbanização, à presença de estabilidade ou progradação da linha de costa e à ocorrência de vegetação/restinga ou feições naturais capazes de contribuir para maior proteção relativa da faixa costeira. O segmento central apresentou vulnerabilidade média, pois, apesar de não apresentar urbanização alta, concentrou retrogradação moderada e condição de proteção costeira insuficiente, tornando-se o trecho mais sensível da praia. Dessa forma, a classificação segmentada permite diferenciar áreas críticas de áreas com maior estabilidade relativa, evitando generalizações excessivas para praias que apresentam respostas morfodinâmicas internas distintas.

A distribuição percentual dos segmentos por nível de vulnerabilidade, apresentada na Figura 22, evidencia esse contraste entre as praias. No Sossego, predominam segmentos de alta vulnerabilidade, refletindo a combinação entre retrogradação persistente, ocupação urbana e baixa capacidade de amortecimento costeiro. Em Jaguaribe, a distribuição entre baixa e média vulnerabilidade expressa maior variabilidade espacial, associada à presença de setores estáveis, áreas deposicionais e provável influência do aporte fluviomarinho próximo à desembocadura do rio Jaguaribe. Assim, a Figura 22 reforça que a vulnerabilidade costeira não se distribui de forma homogênea, mesmo entre praias próximas e submetidas ao mesmo contexto regional.

A comparação dos parâmetros de vulnerabilidade entre as praias, sintetizada no Quadro 7, permite compreender os fatores que explicam a maior criticidade do Sossego. Nessa praia, a concentração de urbanização, retrogradação e baixa proteção costeira amplia a exposição dos segmentos à erosão e aos impactos ambientais associados ao recuo da faixa arenosa. Em Jaguaribe, a vulnerabilidade média ou baixa está relacionada à maior heterogeneidade morfodinâmica, à presença de setores deposicionais e à permanência de elementos naturais de proteção em parte da faixa costeira. Essa diferenciação reforça a necessidade de planejamento costeiro segmentado, com priorização dos trechos onde os fatores críticos se sobrepõem (ALBUQUERQUE, 2009; MENEZES et al., 2020; VIEIRA et al., 2024).

Tabela 10 - Aplicação dos parâmetros de vulnerabilidade costeira nas praias do Sossego e de Jaguaribe.

Praia	Segmento	Grau de urbanização	Variação da linha de costa	Condição de proteção costeira	Nº de fatores críticos	Vulnerabilidade final
Sossego	Norte	Alta	Retrogradação severa	Insuficiente/parcial	3	Alta
Sossego	Central	Alta	Retrogradação moderada	Estruturas pontuais/insuficiente	3	Alta
Sossego	Sul	Moderada	Retrogradação baixa	Parcial	2	Média
Jaguaribe	Norte	Baixa	Progradação	Vegetação/restinga	0	Baixa
Jaguaribe	Central	Moderada	Retrogradação moderada	Insuficiente/ausente	2	Média
Jaguaribe	Sul	Baixa	Estabilidade	Vegetação/restinga	0	Baixa

Fonte: adaptado de Esteves e Finkl (1998), Albuquerque (2009) e Vieira et al. (2024).

A elevada vulnerabilidade identificada no setor norte da praia do Sossego relaciona-se à combinação entre erosão intensa, urbanização da pós-praia e redução de elementos naturais de proteção sedimentar. Esse setor reúne fatores que ampliam a exposição da faixa costeira, uma vez que a retrogradação da linha de costa ocorre em ambiente com menor capacidade de amortecimento natural. A redução da vegetação costeira também representa fator relevante, pois compromete a estabilização morfológica da pós-praia e favorece maior exposição do substrato arenoso à ação marinha. Estudos baseados em geoindicadores costeiros em Pernambuco e na Ilha de Itamaracá reforçam que a perda de elementos naturais de proteção e a ocupação próxima

à linha de costa contribuem para aumentar a vulnerabilidade erosiva (Martins et al., 2016; Menezes et al., 2020).

Em Jaguaribe, os setores de menor vulnerabilidade apresentaram maior largura de faixa praial, possível influência do aporte sedimentar fluvial e presença parcial de vegetação costeira. Esse comportamento indica que a praia possui maior heterogeneidade morfodinâmica, com áreas em que a progradação ou a estabilidade relativa reduzem a criticidade ambiental. No entanto, o setor central exige atenção, pois combina recuo localizado da linha de costa e ocupação próxima à faixa praial, o que eleva a vulnerabilidade mesmo em uma praia que, no conjunto, apresenta maior equilíbrio morfodinâmico que o Sossego.

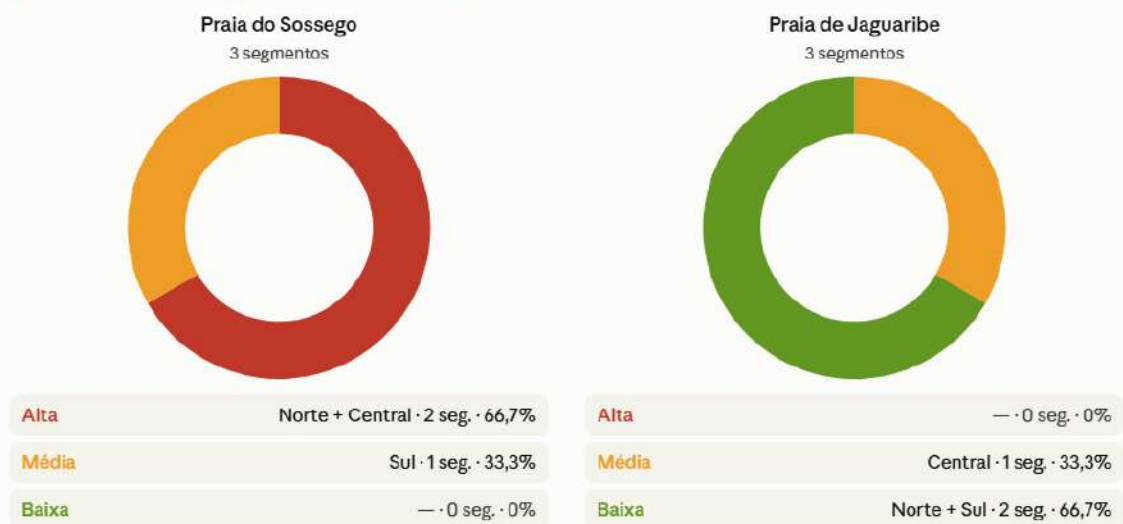
A distribuição percentual dos segmentos por nível de vulnerabilidade, apresentada na Figura 22, evidencia esse contraste entre as praias. No Sossego, predominam segmentos de alta vulnerabilidade, refletindo a combinação entre retrogradação persistente, ocupação urbana e interferência nos processos naturais de transporte sedimentar. Em Jaguaribe, a distribuição entre baixa e média vulnerabilidade expressa maior variabilidade espacial, associada à presença de setores estáveis, áreas deposicionais e provável influência do aporte fluviomarinho próximo à desembocadura do rio Jaguaribe. Assim, a Figura 22 reforça que a vulnerabilidade costeira não se distribui de forma homogênea, mesmo entre praias próximas e submetidas ao mesmo contexto regional.

Figura 22- Distribuição percentual dos segmentos costeiros por nível de vulnerabilidade à erosão nas praias do Sossego e de Jaguaribe

Distribuição dos segmentos costeiros por nível de vulnerabilidade à erosão

Praias do Sossego (3 segmentos) e Jaguaribe (3 segmentos) · Classificação por setor · Parâmetros de Esteves e Finkl (1998) adaptados

■ Alta vulnerabilidade ■ Média vulnerabilidade ■ Baixa vulnerabilidade



Fonte: autores, 2026.

A comparação dos parâmetros de vulnerabilidade entre as praias, sintetizada no Quadro 7, permite compreender os fatores que explicam a maior criticidade do Sossego. Nessa praia, o elevado grau de urbanização, a retrogradação intensa, a redução da vegetação costeira e a baixa proteção sedimentar natural contribuem para uma vulnerabilidade predominantemente alta. Em Jaguaribe, a vulnerabilidade média está associada a uma resposta costeira mais variável, influenciada pela presença de vegetação parcialmente preservada, feições recifais mais efetivas, proteção sedimentar moderada e aporte sedimentar fluvial. Essa diferença reforça que a análise da vulnerabilidade deve considerar a interação entre processos físicos, sedimentares e antrópicos, e não apenas a taxa de recuo da linha de costa (CÂMARA; HOLANDA; COSTA, 2023; QUEIROZ; GONÇALVES; MISHRA, 2022).

Quadro 7 - Comparação da vulnerabilidade costeira entre as praias do Sossego e de Jaguaribe

Parâmetro	Praia do Sossego	Praia de Jaguaribe
Grau de urbanização	Elevado	Moderado/baixo
Variação da linha de costa	Retrogradação intensa	Variável
Vegetação costeira	Reduzida	Parcialmente preservada
Presença de recifes	Parcial	Mais efetiva
Proteção sedimentar natural	Baixa	Moderada
Aporte sedimentar fluvial	Ausente	Presente
Vulnerabilidade predominante	Alta	Média

Fonte: autores, 2026.

De modo geral, a maior vulnerabilidade observada no Sossego está associada à retrogradação persistente da linha de costa, à exposição da faixa costeira, à urbanização da pós-praia e à redução dos elementos naturais de proteção sedimentar. Em Jaguaribe, a presença de setores com maior disponibilidade sedimentar e menor grau de exposição favorece resposta morfodinâmica mais heterogênea, com ocorrência de trechos relativamente estáveis e posicionais. Dessa forma, a aplicação dos parâmetros adaptados de Esteves e Finkl (1998) permitiu integrar desenvolvimento urbano, variação da linha de costa e proteção costeira para classificar os setores mais suscetíveis à erosão, fornecendo uma leitura comparativa e setorial da vulnerabilidade costeira nas duas praias analisadas.

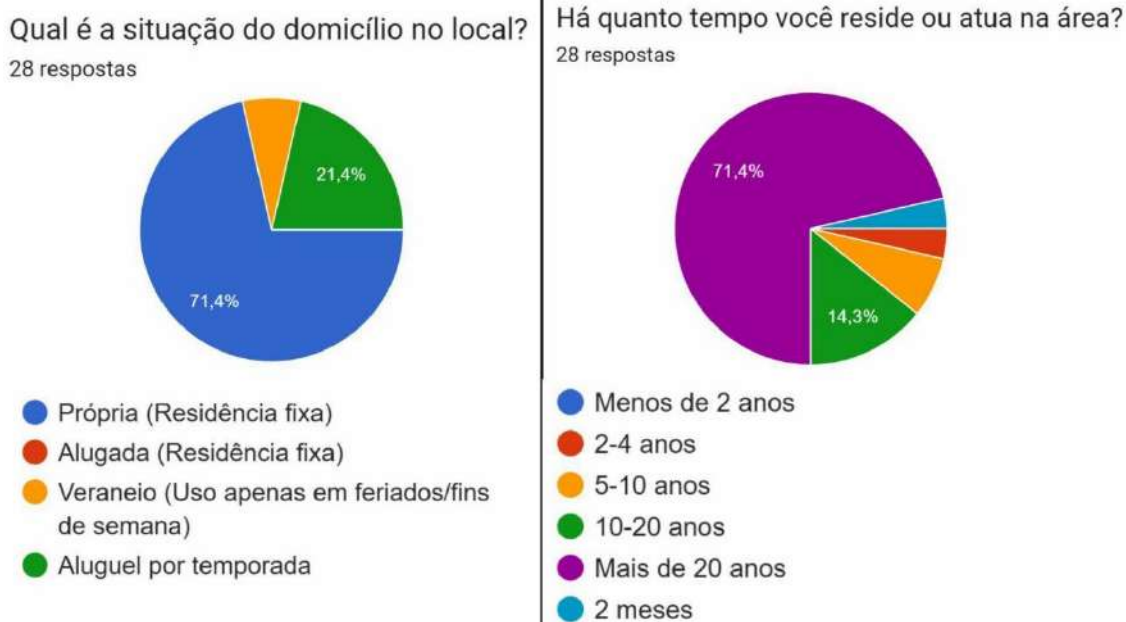
5.5. PERCEPÇÃO SOCIAL DOS IMPACTOS COSTEIROS

A percepção social dos impactos costeiros foi analisada a partir de 28 respostas válidas obtidas por questionário estruturado aplicado nas praias de Jaguaribe e do Sossego em maio de 2026. A amostra apresentou caráter não probabilístico e complementar, visando registrar a percepção dos respondentes sobre os processos de erosão costeira, a retração da faixa litorânea, a perda de sedimentos arenosos e os impactos ambientais associados. Dessa forma, os dados sociais não foram utilizados como medida direta da evolução da linha de costa, mas como subsídio qualitativo para contextualizar e confrontar os resultados obtidos por geoprocessamento, observação de campo e análise multitemporal. Essa abordagem é coerente com estudos que utilizam a percepção ambiental como instrumento complementar para compreender como

populações costeiras interpretam eventos erosivos, riscos e transformações na paisagem litorânea (FIRMINO; ALVES, 2021; AMORIM; ALVES; ANDRADE, 2024).

A caracterização dos respondentes indica vínculo expressivo com as áreas analisadas. A maioria declarou residência fixa em imóvel próprio, correspondendo a 71,4% da amostra, enquanto 21,4% utilizavam imóveis alugados por temporada e 7,1% caracterizaram sua presença como veraneio. Em relação ao tempo de vínculo com a área, 75,0% declararam residir ou atuar no local há mais de 20 anos. Esses dados, apresentados na Figura 23, indicam que parte significativa dos respondentes possui memória ambiental acumulada sobre as praias, o que confere relevância qualitativa aos relatos sobre mudanças percebidas na faixa praial. Entretanto, por se tratar de uma amostra reduzida e não probabilística, tais informações devem ser interpretadas como percepção do grupo entrevistado, e não como representação estatística de toda a população local.

Figura 23- Situação do domicílio e tempo de residência/atuação nas praias de Jaguaribe e do Sossego



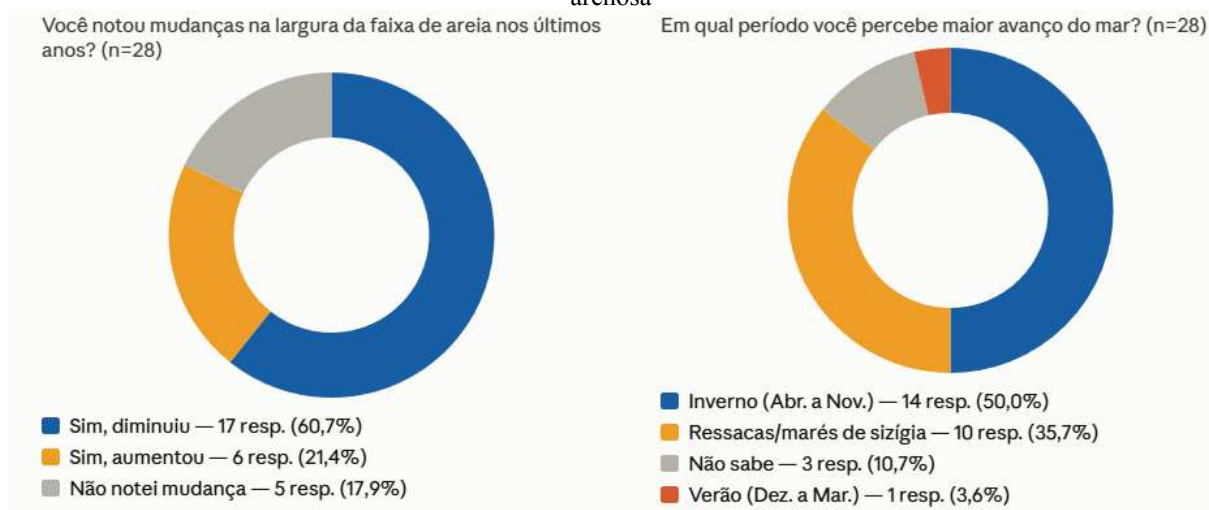
Fonte: autores, 2026.

A maior parte dos respondentes percebeu redução da faixa de areia nos últimos anos, correspondendo a 60,7% da amostra. Outros 21,4% relataram aumento da faixa arenosa e 17,9% declararam não ter notado mudanças. Essa diferença de percepção é relevante porque reflete a própria heterogeneidade morfodinâmica identificada nas análises espaciais. A percepção de redução da faixa de areia converge com os resultados obtidos para a praia do Sossego, onde os transectos indicaram recuo generalizado da linha de costa. Por outro lado, os relatos de estabilidade ou aumento da faixa arenosa

são compatíveis com a dinâmica observada em Jaguaribe, onde foram identificados setores em progradação e estabilidade relativa.

As respostas também indicaram dois padrões sazonais predominantes quanto ao período de maior estreitamento da faixa arenosa. Metade dos entrevistados associou esse avanço ao inverno ou período chuvoso, enquanto 35,7% relacionaram o fenômeno às ressacas e às marés de sizígia. Outros 10,7% declararam não saber e apenas 3,6% indicaram o verão. Esses resultados, sintetizados na Figura 24, demonstram que a população tende a associar o recuo da faixa praial a períodos de maior energia costeira ou maior instabilidade ambiental percebida. Essa interpretação é compatível com a dinâmica costeira regional, na qual eventos de maior energia hidrodinâmica, associados à ação combinada de ondas, marés, ventos e aumento temporário do espreadimento, podem intensificar a remoção de sedimentos da face praial. Contudo, considerando o caráter complementar do questionário, essas informações foram utilizadas como subsídio interpretativo da percepção dos impactos socioambientais, e não como dado oceanográfico instrumental.

Figura 24- Percepção sobre mudanças na largura da faixa de areia e o período de maior recuo da faixa arenosa



Fonte: autores, 2026.

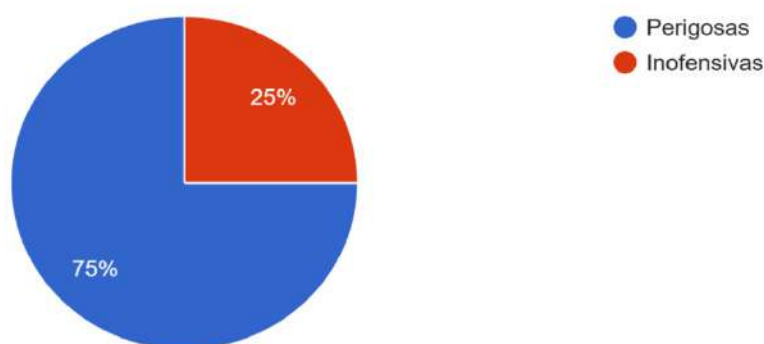
A análise das respostas indicou diferenças entre os problemas percebidos nas áreas avaliadas. Como a distribuição dos 28 questionários por praia não foi apresentada de forma discriminada, a comparação entre Jaguaribe e Sossego foi utilizada apenas como subsídio qualitativo. Em Jaguaribe, os relatos mencionaram problemas como esgotamento sanitário, resíduos sólidos e ocupação costeira. No Sossego, a erosão costeira apareceu com maior destaque, associada à redução da faixa de areia, danos em estruturas e aproximação do mar em relação à ocupação existente. Essa diferenciação

reforça que a percepção social dos impactos não ocorre de forma homogênea, mas acompanha as condições ambientais, urbanas e morfodinâmicas observadas em cada setor.

Durante o trabalho de campo, também foram registrados indícios de instabilidade em trechos de Jaguaribe, incluindo erosão localizada, alteração da berma e instabilidade de taludes arenosos. Esses registros indicam que, embora Jaguaribe apresente setores em progradação e estabilidade, determinados pontos permanecem vulneráveis à ação combinada de erosão marinha, precipitação, ocupação próxima à faixa praial e instabilidade geomorfológica local. Essa interpretação dialoga com estudos sobre o litoral leste da Ilha de Itamaracá, que identificam risco geomorfológico erosivo em diferentes trechos costeiros, reforçando a necessidade de análise em escala local (VIEIRA et al., 2024).

A maioria dos respondentes classificou a erosão costeira como perigosa, e parte expressiva avaliou sua evolução como rápida ou agressiva. A Figura 25 demonstra que a percepção de perigo está associada aos danos relatados, incluindo comprometimento de muros, residências, vegetação e estruturas próximas à linha de costa. Esse resultado possui relevância socioambiental porque indica que a erosão não é percebida apenas como alteração física da praia, mas como ameaça direta à segurança, ao patrimônio e à permanência das atividades humanas na faixa costeira. Estudos sobre percepção socioambiental em áreas afetadas por erosão costeira também destacam que os impactos são percebidos de forma mais intensa quando afetam moradias, estruturas de proteção, acessos e atividades cotidianas da população (MEDEIROS; MAIA; ARAÚJO, 2016; FIRMINO; ALVES, 2021).

Figura 25- Percepção dos respondentes sobre a periculosidade da erosão costeira
Como você classifica as erosões costeiras?
28 respostas

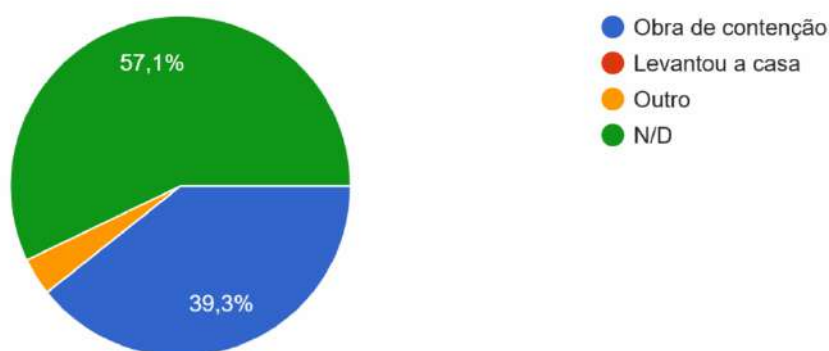


Fonte: autores, 2026.

Quando questionados sobre medidas de proteção adotadas pelo poder público, a maioria dos entrevistados afirmou não haver intervenção governamental em andamento ou declarou não saber. Esse resultado indica baixa percepção de ações públicas de proteção costeira entre os respondentes. No âmbito individual, parte dos moradores relatou uso de barreiras improvisadas, como sacos de areia e rochas, conforme apresentado na Figura 26. Embora essas ações revelem tentativa local de resposta ao recuo da faixa praial, medidas emergenciais e não planejadas podem apresentar baixa eficiência, transferir o problema erosivo para trechos adjacentes ou ampliar a instabilidade da faixa praial quando implantadas sem avaliação técnica adequada (BRASIL, 2018a; MEDEIROS; MAIA; ARAÚJO, 2016).

Figura 26- Medidas adotadas pelos respondentes para redução do risco de erosão costeira.
Quais medidas você já tomou para reduzir o risco de erosão costeira?

28 respostas



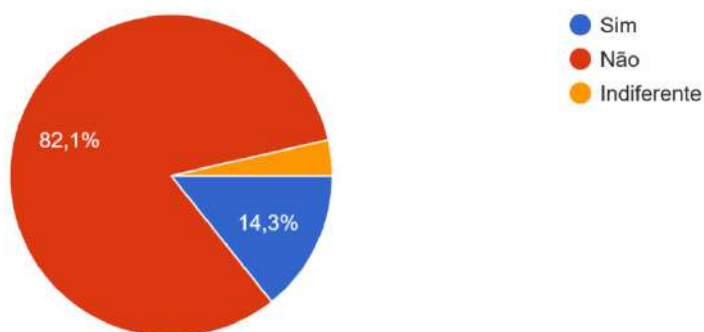
Fonte: autores, 2026.

O sentimento de insegurança em relação ao recuo da faixa praial para os próximos dez anos foi predominante entre os respondentes, conforme indicado na Figura 27. Esse dado evidencia preocupação local com a continuidade dos processos erosivos e com a ausência de medidas efetivas de adaptação. A percepção de risco futuro apresenta relevância para o planejamento territorial, pois pode subsidiar estratégias de educação ambiental, comunicação de risco, monitoramento participativo e gestão integrada da zona costeira. Nesse sentido, a percepção social não substitui os dados técnicos, mas contribui para identificar prioridades locais, conflitos de uso e demandas percebidas pela população exposta aos impactos costeiros (BRASIL, 1988; FIRMINO; ALVES, 2021; PRETRALONGA, 2025).

Figura 27- Percepção de segurança dos respondentes diante do recuo da faixa arenosa nos próximos dez anos

Você se sente seguro em relação ao avanço do mar para os próximos 10 anos?

28 respostas



Fonte: autores, 2026.

De modo geral, os resultados do questionário indicam que a população entrevistada percebe mudanças na faixa praial, erosão costeira, danos ambientais e risco futuro. A convergência entre parte das respostas e os resultados espaciais obtidos por DSAS reforça a utilidade da percepção ambiental como ferramenta complementar ao monitoramento técnico. No Sossego, a percepção de redução da faixa de areia e recuo da faixa praial dialoga com os indicadores de retrogradação persistente. Em Jaguaribe, a coexistência de relatos sobre redução, estabilidade e aumento da faixa arenosa acompanha a maior heterogeneidade morfodinâmica identificada nos resultados espaciais. Entretanto, os dados sociais foram interpretados dentro dos limites da amostra de 28 formulários, de caráter não probabilístico, e não substituem medições instrumentais, análises estatísticas populacionais ou monitoramento sistemático da linha de costa (FIRMINO; ALVES, 2021; AMORIM; ALVES; ANDRADE, 2024).

6. CONCLUSÃO

A análise da evolução da linha de costa nas praias de Jaguaribe e do Sossego, na Ilha de Itamaracá, entre 2005 e 2025, permitiu identificar comportamentos costeiros distintos entre os dois setores avaliados, evidenciando que praias inseridas em um mesmo contexto geológico e oceanográfico podem apresentar respostas espaciais significativamente diferentes aos processos costeiros. A integração entre imagens orbitais multitemporais, geoprocessamento em QGIS, vetorização da linha de costa e aplicação do Digital Shoreline Analysis System (DSAS) possibilitou mapear padrões de retrogradação, estabilidade e progradação da faixa praial, demonstrando que essa evolução não ocorre de forma homogênea, mas varia conforme a configuração morfológica, a exposição hidrodinâmica, a influência estuarina, a presença de feições naturais de proteção e as intervenções antrópicas.

Os resultados indicaram que a praia do Sossego apresentou comportamento erosivo persistente, com recuo em praticamente todos os transectos analisados, destacando-se o setor norte como o trecho de maior criticidade ambiental. Nesse segmento foram registrados os maiores valores de retrogradação da linha de costa, associados às maiores taxas negativas de EPR e NSM, além da ocorrência de escarpas erosivas, exposição de raízes, estreitamento da faixa arenosa e redução da vegetação costeira, evidências que caracterizam esse setor como o mais vulnerável entre todas as áreas avaliadas. Em contraste, a praia de Jaguaribe apresentou comportamento espacialmente heterogêneo, com predominância de estabilidade relativa e progradação no setor norte, associadas à influência da desembocadura do rio Jaguaribe; o setor central concentrou os principais indícios de erosão, configurando o núcleo de maior vulnerabilidade da praia; e o setor sul apresentou comportamento predominantemente estável, com trechos de acreção pontual. Esses achados demonstram que o recuo da faixa arenosa não se manifesta de maneira uniforme, mas varia inclusive dentro de uma mesma praia.

A dinâmica sedimentar aparente foi interpretada de forma indireta, a partir da integração dos indicadores EPR, LRR, NSM e SCE, das feições observadas em campo, dos registros fotográficos e da literatura sobre a dinâmica costeira regional. Essa abordagem permitiu inferir tendências de erosão, deposição e redistribuição de sedimentos, sem representar uma mensuração direta do transporte ou do balanço

sedimentar. No Sossego, a ausência de setores em progradação e a predominância de indicadores negativos sugerem perda sedimentar aparente e reduzida capacidade de recomposição morfológica durante o período analisado. Em Jaguaribe, por sua vez, a coexistência de setores erosivos, estáveis e progradacionais indica maior variabilidade espacial da dinâmica costeira e maior capacidade relativa de retenção ou redistribuição sedimentar em determinados segmentos, especialmente naqueles influenciados por bancos arenosos, feições recifais e pela desembocadura fluvial.

Os impactos ambientais decorrentes da evolução da linha de costa mostraram-se mais intensos e contínuos na praia do Sossego, onde a retrogradação esteve associada à redução da faixa arenosa, à exposição de raízes, à perda da vegetação costeira, à instabilidade da pós-praia, à ameaça a estruturas antrópicas e ao comprometimento da paisagem. Em Jaguaribe, esses impactos apresentaram distribuição espacial mais restrita, concentrando-se principalmente no setor central. A avaliação da vulnerabilidade confirmou esse contraste; o Sossego apresentou predominância de alta vulnerabilidade, em função da combinação entre erosão persistente, ocupação da faixa costeira, redução da proteção natural e maior ocorrência de impactos ambientais; já Jaguaribe apresentou vulnerabilidade predominantemente média a baixa, com exceção do núcleo erosivo central. Esses resultados demonstram que a vulnerabilidade costeira deve ser compreendida em escala setorial, como resultado da interação entre fatores físicos, sedimentares, geomorfológicos, ambientais e antrópicos, evitando-se interpretações generalistas para toda a extensão das praias ou da Ilha de Itamaracá.

Como principal contribuição desta pesquisa, destaca-se a demonstração de que a integração entre sensoriamento remoto, geoprocessamento, indicadores do DSAS, observações de campo e avaliação da vulnerabilidade constitui uma abordagem eficiente para identificar setores prioritários para monitoramento e gestão costeira. A análise por setores permitiu reconhecer contrastes internos que seriam mascarados por avaliações realizadas apenas em escala de praia, fornecendo informações mais precisas para o planejamento territorial e para a definição de estratégias de adaptação às mudanças costeiras.

Como encaminhamento futuro, recomenda-se a continuidade do monitoramento da linha de costa, com ampliação da série temporal e incorporação de medições sedimentológicas e hidrodinâmicas diretas, incluindo perfis praias sazonais, análises granulométricas, levantamentos topográficos e topobatimétricos, monitoramento por

GNSS ou aeronaves remotamente pilotadas, além do registro das condições de maré e ondas durante a aquisição das imagens, e da comparação entre períodos chuvosos e secos. Esses dados permitirão validar as interpretações indiretas da dinâmica sedimentar apresentadas neste estudo e aprofundar a compreensão dos mecanismos responsáveis pela erosão, pelo transporte e pela deposição de sedimentos.

Além do aprimoramento metodológico, os resultados desta pesquisa fornecem uma base para estudos futuros sobre vulnerabilidade costeira em praias com características geomorfológicas semelhantes às da Ilha de Itamaracá, especialmente aquelas influenciadas por desembocaduras estuarinas, feições recifais, bancos arenosos e ocupação urbana próxima à linha de costa. A metodologia empregada, baseada na integração entre sensoriamento remoto, geoprocessamento, indicadores do DSAS, observações de campo e avaliação da vulnerabilidade, pode ser aplicada e adaptada a outros trechos costeiros do litoral pernambucano e brasileiro, contribuindo para a padronização de análises comparativas e para a construção de séries históricas de monitoramento.

Os padrões identificados também oferecem subsídios para compreender processos que podem ocorrer em áreas vizinhas, uma vez que a dinâmica costeira não se restringe aos limites administrativos ou aos setores individualmente analisados. Alterações na disponibilidade sedimentar, na circulação costeira, na ocupação da pós-praia ou na implantação de estruturas de proteção podem modificar o equilíbrio hidrossedimentar de praias adjacentes, favorecendo a intensificação ou o deslocamento de processos erosivos ao longo da costa. Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a necessidade de que o planejamento costeiro seja realizado de maneira integrada, considerando a conectividade entre os diferentes compartimentos costeiros e seus condicionantes naturais e antrópicos.

Sob essa perspectiva, recomenda-se que o setor norte da praia do Sossego seja priorizado em ações de monitoramento contínuo, recuperação da vegetação de restinga, controle da ocupação da pós-praia e implementação de estratégias de adaptação baseadas em soluções fundamentadas na natureza, em razão de sua elevada vulnerabilidade. Para a praia de Jaguaribe, recomenda-se atenção especial ao setor central, onde a erosão ocorre de forma localizada, mantendo-se o acompanhamento sistemático dos setores norte e sul para verificar a permanência das tendências de progradação e estabilidade identificadas neste estudo. Por fim, sugere-se ampliar a

aplicação dos questionários com amostragem estratificada por praia e por perfil de usuário, de modo a fortalecer a integração entre percepção social, gestão ambiental e planejamento costeiro da Ilha de Itamaracá, subsidiando políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas.

Nesse contexto, os resultados desta pesquisa demonstram que a atuação técnica fundamentada em evidências científicas pode contribuir para antecipar cenários de risco, orientar o ordenamento territorial e reduzir conflitos entre a ocupação humana e a dinâmica natural da costa. A identificação de setores críticos, como o norte da praia do Sossego e o setor central da praia de Jaguaribe, fornece subsídios objetivos para a priorização de intervenções, a otimização de investimentos públicos e a implementação de estratégias preventivas, evitando que medidas emergenciais sejam adotadas apenas após a intensificação dos processos erosivos.

7. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. L. de. *Caracterização morfodinâmica e vulnerabilidade à erosão do litoral leste da Ilha de Itamaracá – PE*. 2009. Dissertação (Mestrado em Geociências – área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- ALMEIDA, T. L. de M. *Caracterização da dinâmica costeira de Itamaracá-PE: aplicação do sistema de modelagem costeira do Brasil*. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- AMORIM, L. M. V. B.; ALVES, A. O. C.; ANDRADE, M. M. N. de. Percepção de risco de erosão costeira na Amazônia: um estudo de caso na Ilha do Combú em Belém, estado do Pará. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 580-598, jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-033>. Acesso em: 9 maio 2026.
- AL SMADI, Ahmad et al. A Pansharpening Based on the Non-Subsampled Contourlet Transform and Convolutional Autoencoder: Application to QuickBird Imagery. *IEEE Access*, [s. l.], v. 10, p. 11048-11062, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9690135>. Acesso em: 8 maio 2026.
- ARAÚJO, R. J. V. de. *Dinâmica costeira e processos erosivos: alternativas de controle para o Pontal Sul da Ilha de Itamaracá – PE, Brasil*. 2022. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.
- ARAÚJO, D. S. de. *Vulnerabilidade à erosão costeira no município de Baía da Traição – Paraíba, Brasil*. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/32137>. Acesso em: 21 abr. 2026.
- ARAÚJO, R. J. V.; ARAÚJO, T. C. M.; PEREIRA, P. S.; QUEIROZ, H. A. de A.; GONÇALVES, R. M. Managing coastal erosion and exposure in sandy beaches of a tropical estuarine system. *Sustainability*, v. 17, n. 24, p. 11046, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/24/11046>. Acesso em: 29 abr. 2026.
- BARRETO, E. P.; GREGÓRIO, M. N.; MATOS, M. C. S.; BISPO, C. O.; ARRUDA, I. R. P. Análise da vulnerabilidade à erosão costeira na área urbana de São José da Coroa Grande, litoral sul de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 18, n. 4, p. 3239–3254, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Italo-Arruda-4/publication/391808041_Analise_da_vulnerabilidade_a_erosao_costeira_na_area_urbana_de_Sao_Jose_da_Coroa_Grande_Litoral_Sul_de_Pernambuco/links/6827d3226b5a287c30422027/Analise-da-vulnerabilidade-a-erosao-costeira-na-area-urbana-de-Sao-Jose-da-Coroa-Grande-Litoral-Sul-de-Pernambuco.pdf. Acesso em: 25 abr. 2026.
- BEZERRA, J. da S. *Análise do processo erosivo de uma encosta no bairro de Bom Jesus – Ilha de Itamaracá/PE*. 2022. 268 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.
- BEZERRA, F. H. R. et al. Carbonate cements in contemporaneous beachrocks, Jaguaribe beach, Itamaracá island, northeastern Brazil: petrographic, geochemical and isotopic aspects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, [s. l.], v. 77, n. 2, p. 337-352, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652005000200011>. Acesso em: 6 mai. 2026.
- BRASIL. Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF: Presidência da República, 2004.
- BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. *Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências*. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 18 maio 1988. Art. 10. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17661.htm. Acesso em: 25 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 25 abr. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.** *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/conama/legislacao/resolucoes/2002/resolucao-conama-no-303-de-20-de-marco-de-2002>. Acesso em: 25 abr. 2026.

BRASIL. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO/CIRM. **Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira.** Brasília, DF: CIRM, 2018a. 111 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/doceano/governanca-costeira-e-marinha-1/gestao-costeira-integrada-2/programa-procosta/final-guia-de-diretrizes-09112018.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2026.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Planejamento Espacial Marinho – Região Marinha do Nordeste do Brasil: caderno de meio ambiente e mudança do clima.** Natal: FUNPEC, 2025. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/2025-11/D_Meio_Ambiente_Mudan%C3%A7a_do_Clima_PEM_NE.pdf. Acesso em: 24 abr. 2026.

BRASIL. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). **Resolução nº 1/2018, de 10 de dezembro de 2018.** Aprova o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, elaborado pelo Subgrupo de Trabalho de Gestão de Riscos e Obras de Proteção Costeira. Brasília, DF: CIRM, 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/doceano/repositorio/foruns-de-discussao-do-gi-gerco/guia_diretrizes-31_1_18-rev-gt.pdf. Acesso em: 22 maio 2026.

CÂMARA, I. F. da; HOLANDA, T. F. de; COSTA, M. B. Erosão e gestão costeira em praias protegidas por recifes no litoral sul de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i1.2189>. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2189>. Acesso em: 2 maio 2026.

CAMARGO, J. M. R. de; ARAÚJO, T. C. M. de. Evolução da vulnerabilidade à erosão das praias da Ilha de Itamaracá – PE, como subsídio para um monitoramento da morfologia praial. In: **CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 2.; CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9.; CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBÉRICAS, 2.,** 2003. Anais [...]. 2003. Disponível em: <https://www.aprh.pt/ZonasCosteiras2003/pdf/159.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2026.

CAMPOS, A. V. **Entre rios e marés: avaliação integrada da vulnerabilidade das planícies costeiras em sistemas estuarinos de Santa Catarina.** 2026. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2026. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/272070/PGCN0859-T.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2026.

CARVALHO, N. A. de. **Classificação do uso e cobertura da terra em área tropical costeira.** 2022. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

CHACANZA, M. S. **Processos erosivos e deposicionais costeiros no município de Icapuí-Ceará, Nordeste do Brasil.** 2023. 182 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/72019>. Acesso em: 9 mai. 2026.

COLAK, A. T. I. Geospatial analysis of shoreline changes in the Oman coastal region (2000-2022) using GIS and remote sensing techniques. **Frontiers in Marine Science**, [S. l.], v. 11, p. 1-18, mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1305283>. Acesso em: 11 mai. 2026.

CRUZ-RAMÍREZ, C. J.; CHÁVEZ, V.; SILVA, R.; MUÑOZ-PÉREZ, J. J.; RIVERA-ARRIAGA, E. Coastal Management: A Review of Key Elements for Vulnerability Assessment. **Journal of Marine Science and Engineering**, [S. l.], v. 12, n. 3, 386, fev. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jmse12030386>. Acesso em: 9 mai. 2026.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. da S. P.; MARTIN, L. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 80, n. 3-4, p. 213-232, 1992. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/39462.pdf Acesso em: 20 mai. 2026.

EMBRAPA. **Satélites de Monitoramento: Missão QuickBird**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/satelites-de-monitoramento/missoes/quickbird>. Acesso em: 8 maio 2026.

ESTEVES, L. S.; FINKL, C. W. The Problem of Critically Eroded Areas (CEA): An Evaluation of Florida Beaches. **Journal of Coastal Research**, [S. l.], n. 26, p. 11-18, 1998. Special Issue: Proceedings of the Palm Beach International Coastal Symposium.

FIRMINO, L. A. C.; ALVES, L. D. Percepção socioambiental da população sobre eventos de erosão costeira no litoral de Atafona, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 41, p. 1-14, e173598, 2021. Disponível em: https://revistas.usp.br/rdg/pt_BR/article/view/173598/172358. Acesso em: 9 mai. 2026.

FREITAS, Y. F. R. de O.; GIRÃO, O.; SILVA, E. P. da; SANTOS, J. D. da C. Variação da linha de costa da Praia de Candeias, nos anos de 2014 e 2024, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco: uma análise a partir de imagens de satélite. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, 20., 2024, João Pessoa. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/sbgfa/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV206_MD_1_ID396_TB1015_29112024121827.pdf. Acesso em: 9 mai. 2026.

GONÇALVES, R. M.; HOLANDA, T. F.; QUEIROZ, H. A. A.; SOUSA, P. H. G. O.; PEREIRA, P. S. Exploring RPAS potentiality using a RGB camera to understand short term variation on sandy beaches. **CATENA**, v. 210, n. 3, p. 1-14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.10594>.

GOOGLE. **Google Street View**. Imagem da Rua [nome da rua], Praia de [Jaguaribe/Sossego], Ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 24 maio 2026.

GUIMARÃES, D. K. M. *Deteção das mudanças costeiras na margem leste do estuário do rio Pará: uma análise multitemporal (1987–2019) utilizando sensoriamento remoto*. 2022. 126 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Belém, 2022. Orientador: Renan Peixoto Rosário. Coorientador: Maâmar El-Robrini. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/server/api/core/bitstreams/a90b3066-0469-4e27-a037-88a64becff9f/content>. Acesso em: 2 mai. 2026.

GUNASEKARAN, S.; SIVAPRAKASAM, V.; RAJENDIRAN, S.; PALANI, B.; PERIYASAMI, S. Estimation of shoreline changes using Digital Shoreline Analysis Systems (DSAS 5.0) from Pondicherry to Point Calimere, Southeast Coast of India. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 19, art. 48, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-026-12434-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-026-12434-2>. Acesso em: 2 mai. 2026.

HEMIDA, A. A.; KHALIFA, M.; ABDELSALHEEN, M.; AFIFI, S. *A systematic review of coastal vulnerability assessment methods in the Egyptian context: the case study*. **HBRC Journal**, v. 19, n. 1, p. 161–181, 2023. DOI: [10.1080/16874048.2023.2241964](https://doi.org/10.1080/16874048.2023.2241964). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/16874048.2023.2241964?needAccess=true>. Acesso em: 30 abr. 2026.

HIMMELSTOSS, E.; HENDERSON, R. E.; FARRIS, A.; KRATZMANN, M.; BARTLETT, M. K.; ERGUL, A.; MCANDREWS, J.; CIBAJ, R.; ZICHICHI, J.; THIELER, R. *Digital Shoreline Analysis System (version 6)*. **U.S. Geological Survey**, 2024. DOI: [10.5066/P13WIZ8M](https://doi.org/10.5066/P13WIZ8M). Disponível em: <https://www.usgs.gov/data/digital-shoreline-analysis-system-version-6>. Acesso em: 2 mai. 2026.

HIMMELSTOSS, E. A.; HENDERSON, R. E.; KRATZMANN, M. G.; FARRIS, A. S. *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.1 user guide*. Reston, Virginia: U.S. **Geological Survey**, 2021. 104 p. (Open-File Report 2021–1091). Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/publication/ofr20211091>. Acesso em: 2 mai. 2026.

HOLANDA, T. F. de; ALEXANDRE, F. da S.; MESQUITA, Á. N. de S.; SANTOS, T. N.; HOLANDA, T. H. de. Considerações sobre erosão costeira no Brasil: o caso da Ilha de Itamaracá e da praia de Suape (Pernambuco). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 1, p. 49–56, 2020a. ISSN 2675-3065. Disponível em: <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MAB/article/view/71>. Acesso em: 2 mai. 2026.

HOLANDA, T. F.; GONÇALVES, R. M.; LINO, A. P.; PEREIRA, P. S.; SOUSA, P. H. G. de O. Classificação das variações morfodinâmicas e processos costeiros, Praia do Paiva, PE, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, p. 235-251, 2020b. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1796/386386485>. Acesso em: 07 mai. 2026.

IBGE. **BDIA: Banco de Dados de Informações Ambientais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 6 mai. 2026.

IBGE. **Cidades e Estados: Ilha de Itamaracá (PE)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/ilha-de-itamaraca.html>. Acesso em: 6 mai. 2026.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese**. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em: 24 abr. 2026.

KANTAMANENI, K.; XING, L.; GUPTA, V.; CAMPOS, L. C. Vulnerability assessment of English and Welsh coastal areas. **Scientific Reports**, v. 14, art. 27467, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-78238-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78238-0>. Acesso em: 2 mai. 2026.

LEAL, G. N. R. **Vulnerabilidade costeira à erosão e inundação da região de Porto Seguro e adjacências**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Sul da Bahia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, 2024.

LEAL, G. N. R.; MARCOLIN, C. da R.; DADALTO, T. P. Vulnerabilidade costeira à erosão e inundação da região de Porto Seguro (BA) e adjacências. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 26, n. 4, 2025. DOI: 10.20502/rbg.v26i4.2635. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2635>. Acesso em: 2 mai. 2026.

LIMA, C. O. **Metodologia para a avaliação da vulnerabilidade social a eventos extremos costeiros no Brasil**. 2022. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/235397>. Acesso em: 30 abr. 2026.

MACHADO, G. M. V.; ALBINO, J. Avaliação conceitual e síntese de ferramentas metodológicas na determinação da sensibilidade à erosão e inundação costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 43, p. e197486, 2023. DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2023.197486. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/197486>. Acesso em: 30 abr. 2026.

MADRUGA, M. M. D. **Contribuições da morfodinâmica no zoneamento territorial em Goiana, litoral norte de Pernambuco, Brasil**. 2022. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

MARCO ZERO CONTEÚDO. **Como a erosão costeira e o avanço do mar ameaçam o litoral do Grande Recife**. *Marco Zero Conteúdo*, Recife, 8 jul. 2022. Disponível em: <https://marcozero.org/como-a-erosao-costeira-e-o-avanco-do-mar-ameacam-o-litoral-do-grande-recife/>. Acesso em: 14 mai. 2026.

MARQUES, R. R.; FERNANDES, L. D. S.; FRANCO, L. L.; PEREIRA, D. P. K.; SANTOS, J. dos; CASTELO BRANCO, T. R.; NASCIMENTO, L. da S.; MORENO, I. C. M.; HASS, A.; ZANANDREA, I. Restauração de restingas: técnicas, desafios e perspectivas para a recuperação de ecossistemas costeiros. **Científica Digital**, 2025. v. 1, p. 73–85. ISBN 978-65-6155-025-3. Disponível em: <https://www.cientificadigital.org>. Acesso em: 21 abr. 2026.

MARTINS, Mariana Silvestre. **Deposição de carbono e nitrogênio em sedimentos de mangue do estuário do Rio Jaguaribe durante o Holoceno**. 2022. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68175>. Acesso em: 07 jul. 2026.

MARTINS, K. A.; PEREIRA, P. de S.; LINO, A. P.; GONÇALVES, R. M. Determinação da erosão costeira no Estado de Pernambuco através de geoindicadores. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 505-520, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i3.854>. Acesso em: 22 mai. 2026.

MEDEIROS, E.C.S. ; MAIA, L. P. ; ARAÚJO, R.C.P. Percepção ambiental do impacto da erosão costeira e da obra de contenção (Bagwall) em uma praia do litoral do Nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 57-67, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/51361>. Acesso em: 08 mai. 2026.

MENEZES, A. F. **Análise da vulnerabilidade à erosão costeira no estado de pernambuco através de indicadores ambientais e antrópicos**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. de S.; GONÇALVES, R. M.; QUEIROZ, H. A. de A. O uso de geoindicadores para avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira na Praia do Forte Orange (Ilha de Itamaracá-PE, Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 250–259, 2020. DOI: http://doi.org/10.11137/2020_3_250_259. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/116036896/477896369-libre.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MENEZES, R. A. A.; COSTA, F. da S.; ANDRADE, M. M. N. de; PAULA, E. M. S. de. Vulnerabilidade costeira no Brasil e na Amazônia: uma análise bibliométrica e sistemática. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 28, n. 1, p. 229–248, 2026. DOI: 10.70261/er.v28i1.75211. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/75211>. Acesso em: 2 maio 2026.

MIRANDA, M. S. de; STENZEL, G. M. R.; TEIXEIRA, N. N. Análise anual da variação da linha de costa nos municípios de Ilhéus, Una e Uruçuca (Costa do Cacau), Bahia. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v. 19, n. 10, p. 1–17, 2025. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n10-071>. Acesso em: 2 mai. 2026.

MOURA, F. M. de. **Modelos espaciais aplicados à análise da variação da linha de costa em uma praia urbana do Nordeste brasileiro**. 2023. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, P. 24, 2023.

MYTKO, A. **Vulnerabilidade do sistema urbano costeiro frente a ameaças relacionadas à mudança climática**. 2024. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/2212556_2024_completo.pdf. Acesso em: 30 abr. 2026.

NASCIMENTO, M. R. do; ALMEIDA, H. R. R. de C.; SILVA, D. F. da. Análise e mapeamento da degradação costeira do litoral de Maceió – Alagoas, Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 24, n. 2, p. 119–132, 2024. DOI: 10.5894/rgci-n596. Disponível em: <https://ojs.aprh.pt/index.php/rgci/article/view/596/256>. Acesso em: 21 abr. 2026.

OLIVEIRA, L. R. de; VITAL, S. R. de O.; MOURA, C. M. da S. Erosão costeira: um estudo bibliométrico acerca do processo erosivo em falésias. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 15, n. 29, p. 243-267, jul. 2024. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/entre-lugar/article/view/18258>. Acesso em: 20 mai. 2026.

PEREIRA, J. C. G. **Caracterização da vulnerabilidade à erosão costeira com o uso de geotecnologias e geoindicadores nas praias do município de Lucena (PB), Brasil**. 2025. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2025.

PEREIRA, P. de S., et al. **Atlas da vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas em Pernambuco**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2015. 98 p. ISBN 978-85-415-0788-2. Disponível

em: <https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Atlas-da-Vulnerabilidade.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2026.

PERNAMBUCO. **Lei nº 9.931, de 11 de dezembro de 1986**. Define como áreas de proteção ambiental as reservas biológicas constituídas pelas áreas estuarinas do Estado de Pernambuco. Recife: Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco, 1986.

PESSOA NETO, A. G.; LAFAYETTE, K. P. V.; BEZERRA, J. S.; SILVA, L. C. L.; SILVA, R. G. P. Geospatial modeling of environmental susceptibility to water erosion: a case study of Ilha de Itamaracá - PE. *HOLOS*, v. 40, n. 6, e15561, 2024. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/15561/4446/52067>. Acesso em: 21 abr. 2026.

PRETRALONGA, I. C. **Geografia e percepção da paisagem: educação ambiental sobre processos morfodinâmicos e riscos costeiros em praias oceânicas**. 2025. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-03102025-175517/publico/2025_IliaCrassusPretralonga_VCorr.pdf. Acesso em: 14 abr. 2026.

QUEIROZ, H. A. de A.; GONÇALVES, R. M.; MISHRA, M. Characterizing global satellite-based indicators for coastal vulnerability to erosion management as exemplified by a regional level analysis from Northeast Brazil. *Science of The Total Environment*, v. 817, p. 152849, 2022. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152849. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721079286>. Acesso em: 30 abr. 2026.

RAMOS, R. P. da S. **Suscetibilidade erosiva em bacia hidrográfica do litoral pernambucano: mapeamento e modelagem por meio de técnicas computacionais**. 2025. 216 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/83583>. Acesso em: 24 abr. 2026.

ROBINET, A.; LERMA, A. N.; BERNON, N. Monitoring the Mean High Water Shoreline Along the Meso-Macrotidal Cap Ferret Sand Spit, SW France, Using the Satellite-Derived Wet/Dry Sand Line. In: *Coastal Dynamics 2025*. [S. l.]: Springer, 2026. p. 293-299. Disponível em: https://brgm.hal.science/hal-04903329/file/Robinet_Arthur.pdf. Acesso em: 8 mai. 2026.

RODRIGUES, T. K.; AMORIM, P. S. Geomorfologia costeira – erosão e riscos. *Caderno de Geografia*, v. 35, número especial 1, p. 3030, 2025. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2025v35nesp1p3030. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/37235/24287>. Acesso em: 04 abr. 2026.

SANTOS, J. L. Comunidades de pescadores fluvio-marítimos na APA de Santa Cruz (PE): um histórico necessário. *Vestígios - Revista Latino-Americana De Arqueologia Histórica*, 2024, 18(1), 141-168. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/vestigios/article/view/46019>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SANTOS, J. L. dos; CAMPELLO, C. B. C. A ‘Trilha dos Holandeses’ Entre os Caminhos da Ilha de Itamaracá (PE): Arqueologia e Paisagem Fluvio-marítima. *Revista Noctua – Arqueologia e Patrimônio*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26892/noctua.v1i8p73-103>. <https://fundacaoparanabuc.org.br/arquivo/2d95b-Noctua%20Artigo%204-Santos%20e%20Campello.pdf>. Acesso em: 18 out. 2025.

SILVA, W. S. A. da. **Vulnerabilidade do litoral do município de Paulista-PE à erosão costeira**. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34937/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Wenderson_Savvy_SU_BMISSAO_CORRIGIDA_%20%282%29.pdf. Acesso em: 20 abr. 2026.

SILVA, T. C. L.; FERREIRA, B.; DINIZ, M. T. M. Variações da linha de costa da enseada da Pajuçara, entre 1955 e 2020, Maceió-AL: uma análise pelo método EPR. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 15, p. 116–133, 2024. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1300/919>. Acesso em: 25 abr. 2026.

SILVA, M. T. da; LOPES, D. N.; FREIRES, E. V.; SILVA NETO, C. Â da; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R. Dinâmica da linha de costa no trecho de praia entre os municípios de Fortaleza e Paraipaba, Estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 2, 2023. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2250>. Acesso em: 2 mai. 2026.

SILVA JÚNIOR, J. A. da; FRANÇA, T. M. S.; MORAES, V. S. de. Avaliação da acurácia planimétrica de imagens Google Earth numa zona urbana e rural o estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Cartográfica**, Ciudad de México, n. 105, p. 11-28, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.35424/rcarto.i105.1386>. Acesso em: 8 mai. 2026.

SILVA NETO, C. Â. da; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; FREIRES, E. V.; SOUSA, W. R. N. de; SILVA, M. T. da. Caracterização dos setores erosivos e deposicionais da linha de costa de Icapuí (CE) com base em produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 143–155, 2020. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/243847>. Acesso em: 2 mai. 2026.

SOUZA, T. M. C. de. **Métodos de estudo da topografia praial**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/253204>. Acesso em: 13 abr. 2026.

TÁVORA, M. **Estudo morfodinâmico de alta resolução de um sistema praia-duna no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas: ênfase em Biologia Marinha e Costeira) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé, 2024.

VIEIRA, A. F. Ferraz; MELO, Jonas H. Santos de; SILVA, O. Girão da; SILVA, Wemerson Flávio da; LIRA, Daniel Rodrigues de. Identificação do risco geomorfológico de erosão costeira em praias do litoral leste da Ilha de Itamaracá-PE. **Revista Contexto Geográfico, Maceió**, v. 9, n. 18, p. 41–56, fev. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufal.br/contextogeografico/article/view/16837/11436>. Acesso em: 21 abr. 2026.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, v. 56, p. 93–118, 1984. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238375548_Morphodynamic_variability_of_surf_zones_and_beaches_A_synthesis. Acesso em: 2 mai. 2026.