



## EROSÃO COSTEIRA NO LITORAL SERGIPANO

### *COASTAL EROSION ON THE SERGIPE COASTLINE*

### *ÉROSION CÔTIÈRE SUR LE LITTORAL DE SERGIPE*

**Danielle Cruz da Silva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mestre em Geociências, doutoranda pelo Programa em geociências –UFPE (Pernambuco)

E-mail: [Dani.cs8@live.com](mailto:Dani.cs8@live.com)



ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6507-9870>

**Paloma Santos Amorim<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Mestre em Geociências pelo Programa de geociências e análise de bacias –PGAB (Sergipe)

E-mail: [palomasantosanorim@gmail.com](mailto:palomasantosanorim@gmail.com)



ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6800-111X>

**Tais Kalil Rodrigues<sup>3</sup>**

<sup>3</sup> Professora-Doutora do Departamento de Geografia -UFS (Sergipe)

E-mail: [tkalil@yahoo.com.br](mailto:tkalil@yahoo.com.br)



ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9718-6531>

### RESUMO

O ambiente costeiro atrai a ocupação humana, sendo utilizado para turismo e exploração de recursos, mas é uma área sensível, sujeita a erosão, deposição praial e inundações. Este estudo tem como objetivo identificar os processos de erosão nas praias de Sergipe, analisar a dinâmica marinha local e classificar as áreas em termos de vulnerabilidade a erosão. Para isso, foi realizada uma análise de geoindicadores em campo, com a finalidade de identificar áreas em processo de erosão. O estudo verificou que todos os setores do litoral sergipano são vulneráveis a processos erosivos, com variações no grau de vulnerabilidade. O município de Barra dos Coqueiros apresentou alta vulnerabilidade a processos erosivos relacionados a uma intensa ocupação e modificação da dinâmica marinha e costeira. Os resultados reforçam a importância da avaliação da vulnerabilidade costeira para a tomada de decisões.

**Palavras-chaves:** Geoindicadores; Vulnerabilidade; Progradação; Risco.

### ABSTRACT

The coastal environment attracts human occupation, being used for tourism and resource exploration, but it is a sensitive area, subject to erosion, beach deposition and flooding. This study aims to identify the erosion processes on the beaches of Sergipe, analyze the local marine dynamics and classify the areas in terms of vulnerability to erosion. To this end, an analysis of geoindicators was carried out in the field, with the purpose of identifying areas in the process of erosion. The study found that all sectors of the Sergipe coast are vulnerable to erosion processes, with variations in the degree of vulnerability. The municipality of Barra dos Coqueiros was highly vulnerable to erosion processes related to intense occupation and modification of marine and coastal dynamics. The results reinforce the importance of assessing coastal vulnerability for decision-making.

**Keywords:** Geoindicators; Vulnerability; Progradation; Risk.

### RÉSUMÉ

L'environnement côtier attire l'occupation humaine, étant utilisé pour le tourisme et l'exploration des ressources, mais il s'agit d'une zone sensible, sujette à l'érosion, au dépôt des plages et aux inondations. Cette étude vise à identifier les processus



d'erosion sur les plages de Sergipe, à analyser la dynamique marine locale et à classer les zones en termes de vulnérabilité à l'érosion. A cet effet, une analyse de géoindicateurs a été réalisée sur le terrain, dans le but d'identifier les zones en processus d'érosion. L'étude a révélé que tous les secteurs de la côte de Sergipe sont vulnérables aux processus d'érosion, avec des variations dans le degré de vulnérabilité. La municipalité de Barra dos Coqueiros était très vulnérable aux processus d'érosion liés à une occupation intense et à une modification de la dynamique marine et côtière. Les résultats renforcent l'importance de l'évaluation de la vulnérabilité côtière pour la prise de décision.

**Mots-clés:** Géο-indicateurs; Vulnérabilité; Progradation; Risque.

## INTRODUÇÃO

A zona costeira pode ser entendida como o local onde terra, mar e atmosfera interagem, sendo constantemente alterada pelos processos marinhos e continentais que a tornam um sistema extremamente dinâmico (Oliveira *et al.*, 2024). As condições da agitação marítima são influenciadas por fatores climáticos com variabilidades em diferentes escalas temporais, por processos não-lineares que controlam os estados de mar no decorrer de décadas, estações do ano e pelas flutuações de curto prazo de condições de climas locais (Reguero *et al.*, 2012).

O ambiente costeiro por suas características, atraem a ocupação humana, a qual usa para atividades turísticas, lazer, exploração de recursos e circulação de bens e pessoas, o que torna um ambiente de riqueza tanto ecológica quanto econômica (Rodrigues *et al.*, 2017). Segundo Bosboom e Stive (2021) cerca de três bilhões de pessoas, equivalente à metade da população mundial, já habitam ou desempenham atividades nas regiões costeiras.

No entanto, a zona costeira é um ambiente altamente sensível e instável, que reage às alterações do meio físico, por meio de interferências na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa (Reis *et al.*, 2019). Fenômenos climáticos, geológicos e oceanográficos e antrópicos como impermeabilização do solo, ocupação desordenada e retirada da vegetação natural alteram profundamente o equilíbrio dos processos sedimentares, causando processos de erosão e deposição praial, inundação costeira, incidência de ventos intensos, marés meteorológicas entre outros (Mazzer *et al.*, 2008).

Alterações no delicado equilíbrio entre o suprimento de sedimentos e o poder erosivo das ondas, reduzem a flexibilidade natural da praia (Doyle *et al.*, 1984), aumentando a vulnerabilidade da costa a processos de erosão.

A vulnerabilidade representa um arranjo de atributos ou variáveis que caracterizam maior fragilidade, fraqueza ou passividade em relação à incidência de um evento/ fenômeno de alta energia ou de potencial destrutivo (Dal Cin & Simeoni, 1994; Klein & Nicholls, 1999; Hennecke & Cowell, 2000; Cobum, 2001).

A avaliação vulnerabilidade é essencial para identificar e reconhecer os fatores que potencializam a erosão ou caracterizam a proteção dos ambientes costeiros (Menezes *et al.*, 2008). Para isso existem diversas abordagens capazes de identificar modificações ao longo da linha de costa. Para a estimativa da vulnerabilidade à erosão costeira podem ser utilizados geoindicadores, os quais, através de um conjunto de observações considerando parâmetros qualitativos e quantitativos podem identificar e classificar áreas vulneráveis à erosão em um grau de intensidade (de baixo a alto).

O estado de Sergipe possui uma extensão litorânea de 168 km, dividida em três setores pelo Programa de Gerenciamento Costeiro Estadual GERCO/SE: Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul. O litoral sergipano é marcado pela construção de obras de infraestrutura que valorizam o espaço litorâneo e alteram a dinâmica populacional dos municípios. Devido a tais alterações no ambiente costeiro, faz-se necessário caracterizar os efeitos de balanço sedimentar em escalas espaço-temporais e associar estes processos nas ações de planejamento e gerenciamento costeiro na área.

O presente trabalho tem como objetivo identificar processos de erosão e progradação nas praias sergipanas, analisar a dinâmica dos processos marinhos na área de estudo e classificar áreas em vulnerabilidade e risco de erosão, fornecendo um panorama geral do estado.



Tais classificações podem fornecer subsídios para o planejamento e gerenciamento dos recursos costeiros.

## ÁREA DE ESTUDO

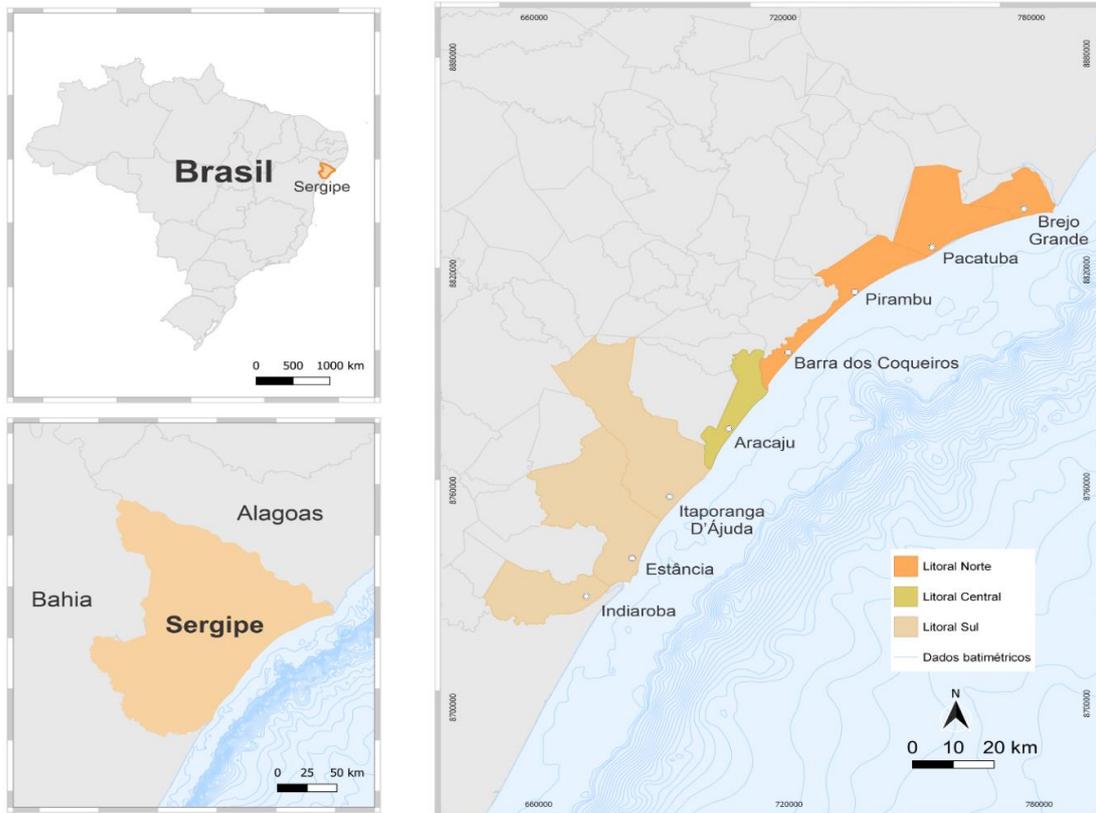
O litoral sergipano compreende aproximadamente 168 Km de linha de costa, tendo como limites a foz do Rio São Francisco ao norte e a foz do Rio Piauí/Real ao sul. A faixa costeira compreende 8 municípios (Figura 1), dividido em três setores pelo Programa de Gerenciamento Costeiro Estadual GERCO/SE: Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul. O Litoral Sul, inclui Itaporanga D'Ajuda, Indiaroba, Estância, Litoral Norte composto por Barra dos Coqueiros, Brejo Grande, Pacatuba, e Pirambu, e Litoral Central, composto apenas pela capital do estado, Aracaju.

Geologicamente, o estado está disposto sobre a Bacia Sedimentar SergipeAlagoas, tendo um rifte alongado e assimétrico como arcabouço de 350 km de comprimento, na direção NE-SW. É constituída pelas bacias sedimentares costeiras 16 mesocenozóicas, e suas extensões submersas na margem continental, desenvolvidas a partir do Jurássico.

Diversos controles físicos atuam sob Sergipe, comuns aos climas tropicais como correntes oceânicas e continentalidade, com volume de precipitação decrescente a partir do afastamento do oceano. Apresenta clima quente, de regime pluviométrico do tipo Mediterrâneo, ocorrendo precipitações máximas no outono-inverno e mínimas, na primavera-verão. O clima quente divide-se em úmido com 1 a 2 meses secos; úmido com 3 meses secos; semiúmido com 4 a 5 meses secos; semiárido brando com 6 meses secos e semiárido mediano com 7 a 8 meses secos. Apresenta fraca amplitude térmica, com temperaturas médias anuais elevadas, entre 24 e 26° C, com valores inferiores em áreas com altitude superior a 220m. Os meses mais frios são julho e agosto. (Atlas de Sergipe, 1979).

A faixa costeira, abrigando a região metropolitana de Aracaju e os demais municípios do litoral, vem apresentando grande especulação imobiliária, ocasionando áreas de adensamento populacional, principalmente em trechos que bordejam a linha de costa, além de um acentuado número de atividades, muitas dessas desconsideram os aspectos ambientais no local em que se desenvolvem. Destacam-se a atividade industrial, sobretudo a extrativista mineral e a concentração de comércio e serviços e, na agricultura, a produção da cana-de-açúcar, coco-da-baía e frutas (Prata *et al.*, 2013).

**Figura 1.** Sergipe, Localização da área de estudo, evidenciando os municípios que compõe o litoral de Sergipe e sua segmentação.



**Fonte:** IBGE, (2022). Organização dos autores, (2024).

## METODOLOGIA

O litoral sergipano compreende aproximadamente 168 Km de linha de costa, tendo como limites a foz do Rio São Francisco ao norte e a foz do Rio Piauí/Real ao sul. A faixa costeira compreende 8 municípios (Figura 1), dividido em três setores pelo Programa de Gerenciamento Costeiro Estadual GERCO/SE: Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul. O Litoral Sul, inclui Itaporanga D'Ajuda, Indiaroba, Estância, Litoral Norte composto por Barra dos Coqueiros, Brejo Grande, Pacatuba, e Pirambu, e Litoral Central, composto apenas pela capital do estado, Aracaju.

Geologicamente, o estado está disposto sobre a Bacia Sedimentar Sergipe Alagoas, tendo um rifte alongado e assimétrico como arcabouço de 350 km de comprimento, na direção NE-SW. É constituída pelas bacias sedimentares costeiras 16 mesocenozóicas, e suas extensões submersas na margem continental, desenvolvidas a partir do Jurássico.

Os geoindicadores são ferramentas simples e qualitativas para identificação rápida da vulnerabilidade do ambiente costeiro aos riscos, como erosão, tempestades, inundações, perda de dunas e até mesmo problemas antrópicos. No modelo proposto por Bush *et al.* (1999) dez indicadores ambientais de uma determinada área são analisados, e para cada um destes são atribuídos parâmetros (Quadro 01) capazes de definir um nível de suscetibilidade, entre baixo, moderado e alto. Segundo Bush *et al.* (1999), os geoindicadores podem ser alterados afim de se adequar a cada área trabalhada, para o litoral sergipano foram utilizados: morfologia da praia,

posição da linha de costa, presença de dunas, exposição a ondas, presença de rios, elevação do terreno, vegetação, estruturas costeiras, ocupação percentual e solo permeabilizado.

**Quadro 01.** Geoindicadores utilizados para avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira.

Variáveis	Vulnerabilidade baixa	Vulnerabilidade moderada	Vulnerabilidade alta
Morfologia da praia	Bom suprimento sedimentar	Praia estreita	Ausência de praia
Posição da linha de costa	Acreção	Estável	Erosão
Campos de dunas	Grande extensão de campos de dunas	Dunas de baixas altitudes	Sem dunas
Exposição às ondas	Presença de barreiras naturais	Presença de bancos de areia	Ondas sem obstáculos naturais
Distância da foz de rios	> 100 m	Entre 50 a 100 m	< 50 m
Elevação do terreno	> 6 m	3-6 m	< 3 m
Vegetação	Vegetação densa	Gramínea, arbustos	Ausência de vegetação
Estruturas costeiras	Ausente	Estruturas de pequeno porte	Muros de contenção ao longo do ambiente praias
Percentual de ocupação do solo	< 30%	Entre 30 e 70%	> 70%
Impermeabilidade do solo	Ausência de ocupações	Baixo quantitativo de ocupações	Obras de infraestrutura avançadas: assentamentos desenvolvidos, estradas asfaltadas e urbanização elevada

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

A maioria dos geoindicadores são mais bem avaliados em campo, no entanto, muitas informações podem ser extraídas de técnicas de sensoriamento remoto, assim foram empregadas as duas técnicas a fim de obter melhores resultados. O trabalho de campo representou a etapa de análise da área de estudo, observando a dinâmica costeira, a ocupação da faixa marítima e trechos que apresentam focos de erosão e equilíbrio.

Durante esta etapa, todo o litoral de Sergipe foi percorrido, e a cada 1km foram coletados dados sedimentológicos, registros fotográficos e o preenchimento de fichas contendo informações acerca do reconhecimento do ponto de amostragem, características gerais do pós-praia tanto naturais como antrópicas, os parâmetros oceanográficos e indicadores de erosão severa, erosão e estabilidade do segmento da linha de costa.

A partir de imagens de satélite, georreferenciadas, extraídas do software *Google Earth*, foram vetorizadas feições como densidade demográfica e ocupação urbana, vegetação, praia, dunas e rios no software Quantum GIS 2.6 (QGIS 2.6). Os demais dados da faixa litorânea do estado foram extraídos do IBGE e CPRM. Devido à grande extensão do litoral cada porção foi dividida em setores, levando em conta características físicas ou geográficas, a fim de analisar os dados de maneira mais consistente.

Dessa forma, unindo os dados de campo e os dados vetorizados, para cada indicador foi atribuído um valor numérico, proposto por Menezes (2018), que resulta em uma classificação de vulnerabilidade. Os valores são, 0 para baixa, 5 para moderada e 10 para alta vulnerabilidade. Ao final, é obtida uma média desses valores que resulta em uma avaliação de vulnerabilidade para os determinados setores, caso sejam obtidos valores numéricos entre 0 a 2,9 é considerado vulnerabilidade baixa, entre 3 e 6,9, vulnerabilidade moderada e entre 7 a 10, vulnerabilidade alta. Com os valores calculados para cada setor é possível criar um panorama geral para todo o litoral do estado de Sergipe.

A partir de uma abordagem que segue a lógica metodológica proposta por Bush (1999), os pontos foram classificados em três estados distintos: (i) **erosão severa**, caracterizada pela ausência de dunas e pela ocorrência frequente de leques de sobrelavagem. Nesse estado, observa-se o recuo ativo de falésias ou a presença de remanescentes de dunas impactadas por ondas, canais de mar expostos na zona de surf, vegetação derrubada ao longo da linha costeira, bem como estruturas artificiais que antes se encontravam na orla e agora estão posicionadas além da faixa de praia, abrangendo a face praias, praia média e antepraia; (ii) **erosão**, evidenciada pela presença de dunas escarpadas ou fragmentadas, exposição de turfa, lama ou pedaços de árvores ao longo da praia, estreitamento da faixa de areia seca ou mesmo sua ausência, além de vegetação efêmera ou derrubada ao longo da linha da escarpa; (iii) **estabilidade**, em que são observadas dunas e cristas praias robustas, contínuas e bem vegetadas, uma praia larga com berma desenvolvida, ausência de leques de sobrelavagem e uma vegetação de restinga bem estruturada, incluindo arbustos de dunas e gramíneas pioneiras, consolidada no interior.

Apesar de suas contribuições significativas para o estudo de processos ambientais, a metodologia de Bush *et al.* (1999) apresenta limitações que devem ser consideradas em sua aplicação. O uso dos geoindicadores requer uma adaptação cuidadosa ao contexto de estudo e complementação com outras abordagens, quando necessário, para garantir análises robustas e conclusões confiáveis. A metodologia, embora abrangente, não contempla todas as especificidades locais e regionais. Alguns geoindicadores podem não ser aplicáveis ou relevantes em determinados ambientes, limitando sua utilidade em contextos diversos. A avaliação de certos indicadores pode envolver uma interpretação subjetiva, dependendo da experiência do analista e da clareza dos critérios estabelecidos, o que pode introduzir vies nos resultados.

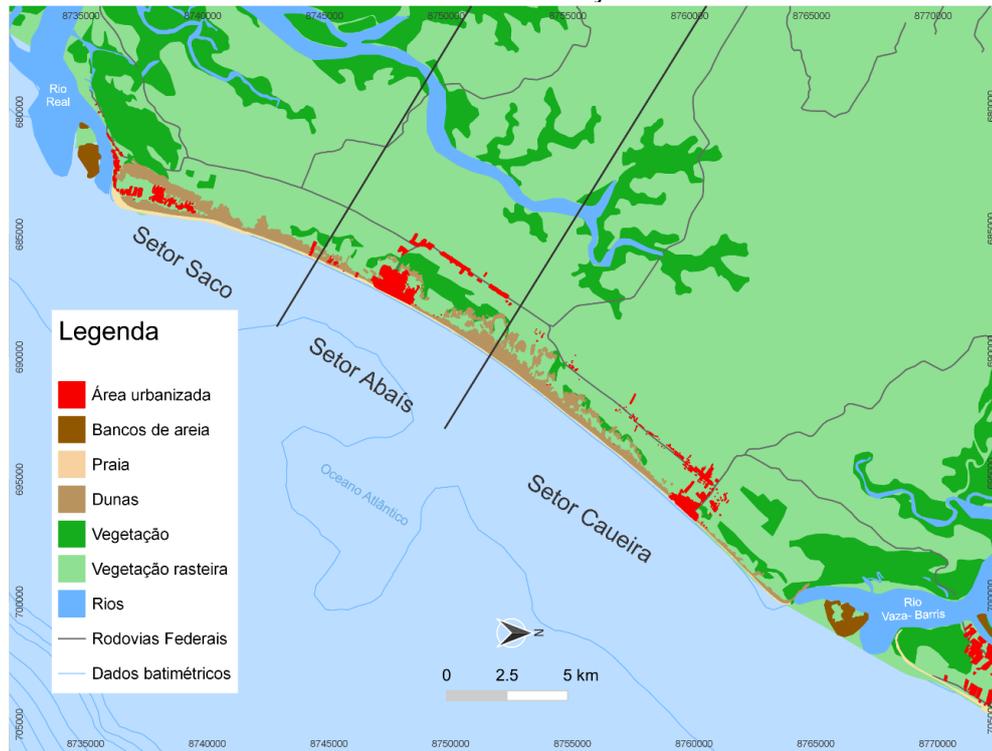
## RESULTADOS

### Litoral Sul

O litoral Sul é formado pelos municípios de Itaporanga D'Ajuda, Indiaroba e Estância. Os setores foram subdivididos de acordo com as principais praias presente nestas áreas, Saco, Abaís e Caueira (Figura 2). Todas as praias deste setor apresentam caráter dissipativo, o qual representa uma praia como baixo ângulo topográfico, larga face de praia e granulometria fina (Calliari *et al.*, 2003). O setor Saco possui uma praia como bom suprimento sedimentar, pontualmente com evidências de erosão. As dunas estão presentes, mas pequenas em altitude e extensão. A vegetação na forma de árvores de médio e grande porte está presente apenas próxima aos rios e em pontos isolados, enquanto a vegetação arbustiva é predominante. A elevação do terreno varia de 3 a 4 m, sendo assim apresenta suscetibilidade à ação de eventos.

O setor concentra a ocupação próxima as margens do Rio Real. As construções próximas a costa se constituem como casas de veraneio e empreendimentos voltados ao turismo. Apesar da ocupação significativa, nem todas as vias são asfaltadas, as estradas mais extensas são de terra. O índice de impermeabilidade de solo está diretamente ligado ao índice de ocupação.

**Figura 2.** Litoral Sul de Sergipe, dados da classificação do uso do solo para o Litoral Sul e sua setorização.



Fonte: IBGE, (2022).

Neste setor há estruturas de proteção costeira artificiais de pequeno porte, afim de proteger as residências, já que muitas construções foram destruídas, assim como proteger a igreja, patrimônio histórico do município (Figura 3). Como proteção natural, há a formação de bancos de areia na parte esquerda do setor, devido a sua proximidade a desembocadura do Rio Real.

**Figura 3.** Estância-SE, Indicadores de erosão costeira na praia do Saco, imagens (A e B) destroços de estruturas antrópicas e estruturas de contenção (enrocamentos de rochas) para proteção de residência.



Fonte: Autores, (2023).

O setor Abaís mantém as características morfológicas do setor Saco, bom suprimento sedimentar, presença de dunas e erosão pontual ao longo da costa. A vegetação mais densa acompanha o curso dos rios e segue ao longo das dunas. As regiões que exibem vegetação

arbustiva estão localizadas entre a área urbanizada já que existem muitos terrenos preparados para novas construções. A elevação do terreno varia entre 3 e 6 m, maiores elevações oferecem maior proteção à ação de ventos. Há poucas vias asfaltadas, a principal delas é a estrada que liga a Ponte Joel Silveira a praça central do município, na qual se concentra boa parte das áreas ocupadas. Neste setor não há nenhuma estrutura de proteção costeira artificial ou natural, expondo a praia à ação de ondas. Apesar de não sofrer ação direta das desembocaduras fluviais, o setor encontra-se próximo a foz dos rios.

A ocupação desta porção central do setor se dá diretamente na faixa de praia, dessa forma, pela ocupação direta na faixa praial são recorrentes eventos erosivos na área, devido eventos extremos como ondas de maior altura e intensidade, mares de tempestade e ventos. Com isso, parte da estrutura da praça central foi removida pela ação das marés, houve destruição do calçamento e recuperação natural da praia (Figura 4).

**Figura 4.** Estância-SE, Indicadores de erosão costeira na praia do Abaís, (A) a destruição de estruturas antrópicas e (B) colocação de estruturas de contenção a fim de evitar à ação das ondas.



Fonte: Autores, (2023).

O último setor do litoral Sul é o setor Caueira. A praia desse setor é bastante extensa, e a porção sul do setor é marcada pela presença de amplas dunas vegetadas. Assim como os demais setores, a vegetação arbustiva é predominante. O setor sofre também forte influência do Rio Vaza-Barris, com formação de bancos de área direita do setor. A elevação do terreno varia entre 3 e 6 m.

O setor Caueira é o que apresenta menor taxa de ocupação, por compreender uma área muito extensa. O maior contingente de construções se concentra em torno da orla do município. Ao contrário dos demais setores a maioria das vias são asfaltadas. Na área de maior influência antrópica a faixa de praia é praticamente ausente, assim, como no setor Abaís, boa parte das estruturas centrais foram danificadas (Figura 5), diante disso foi construída uma barreira com fragmentos de rochas ao longo de toda a área urbanizada afim de minimizar a ação das ondas. A partir da análise de vulnerabilidade por geoindicadores, o índice de vulnerabilidade para esta porção do litoral variou entre 4,5 a 6 (Quadro 02) evidenciando uma vulnerabilidade moderada a eventos erosivos na região (Figura 6), destacando a ação fluvial direta na região principalmente nas extremidades, que apresentam contato direto com os rios.

**Figura 5.** Itaporanga d'Ajuda-SE, Indicadores de erosão costeira na praia da Caueira: presença de escarpa erosiva e destroços de estruturas antrópicas. Imagem (A e B) a presença de estruturas de contenção do tipo enrocamentos de rocha, junto a indicação de placa de perigo em maré alta.



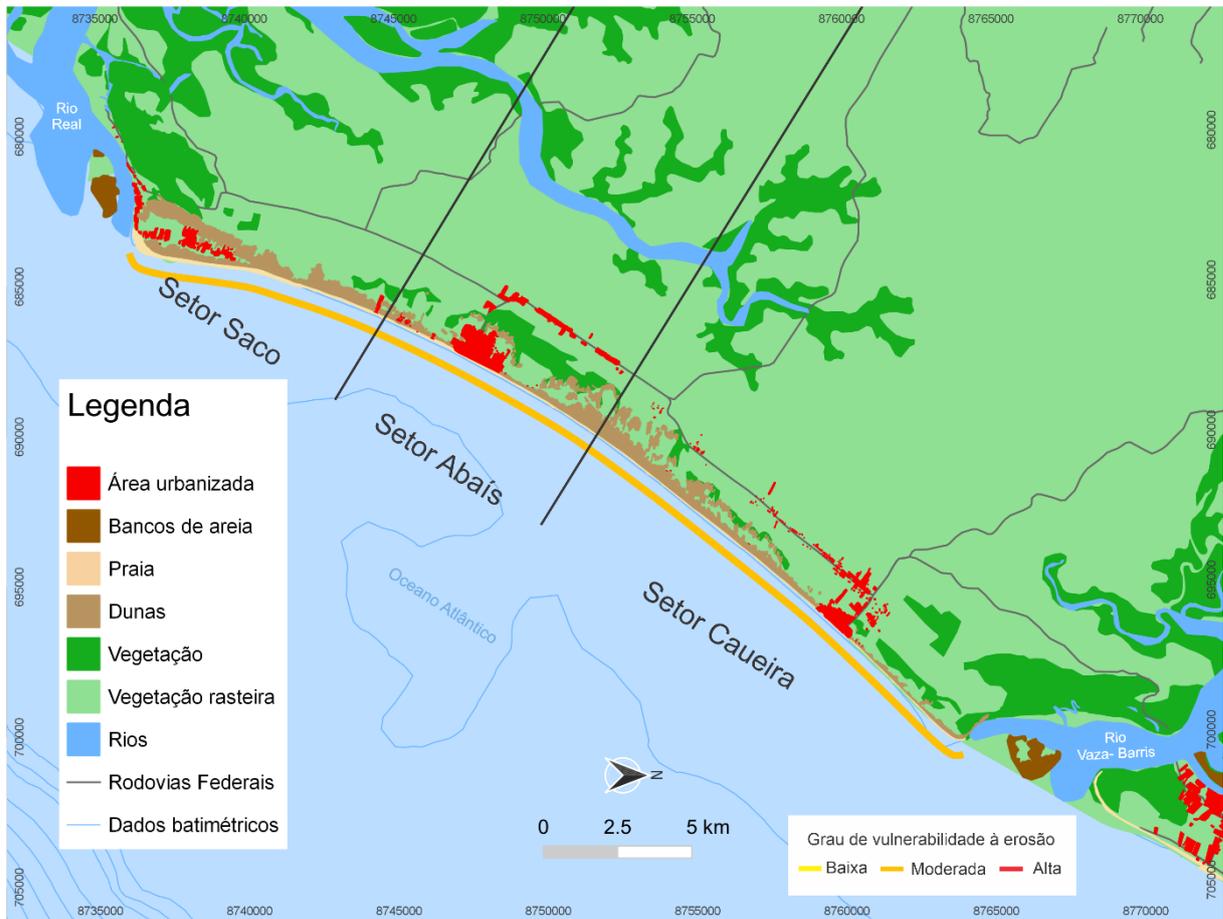
Fonte: Autores, (2023).

**Quadro 02.** Resultados da avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira por setores no Litoral Sul.

Grau de intensidade dos geoindicadores	Setor Saco	Setor Abaís	Setor Caueira
Morfologia da praia	Baixa	Moderada	Moderada
Posição da linha de costa	Moderada	Moderada	Moderada
Campos de dunas	Baixa	Moderada	Moderada
Exposição às ondas	Moderada	Alta	Moderada
Distância da foz de rios	Alta	Moderada	Alta
Elevação do terreno	Moderada	Moderada	Moderada
Vegetação	Moderada	Moderada	Moderada
Estruturas costeiras	Alta	Baixa	Alta
Percentual de ocupação do solo	Moderada	Moderada	Moderada
Impermeabilidade do solo	Moderada	Moderada	Moderada
<b>Índice</b>	6	4,5	5,5

Fonte: Organização dos autores, (2024).

**Figura 6.** Litoral Sul de Sergipe, Síntese do grau de vulnerabilidade para os setores do Litoral Sul.

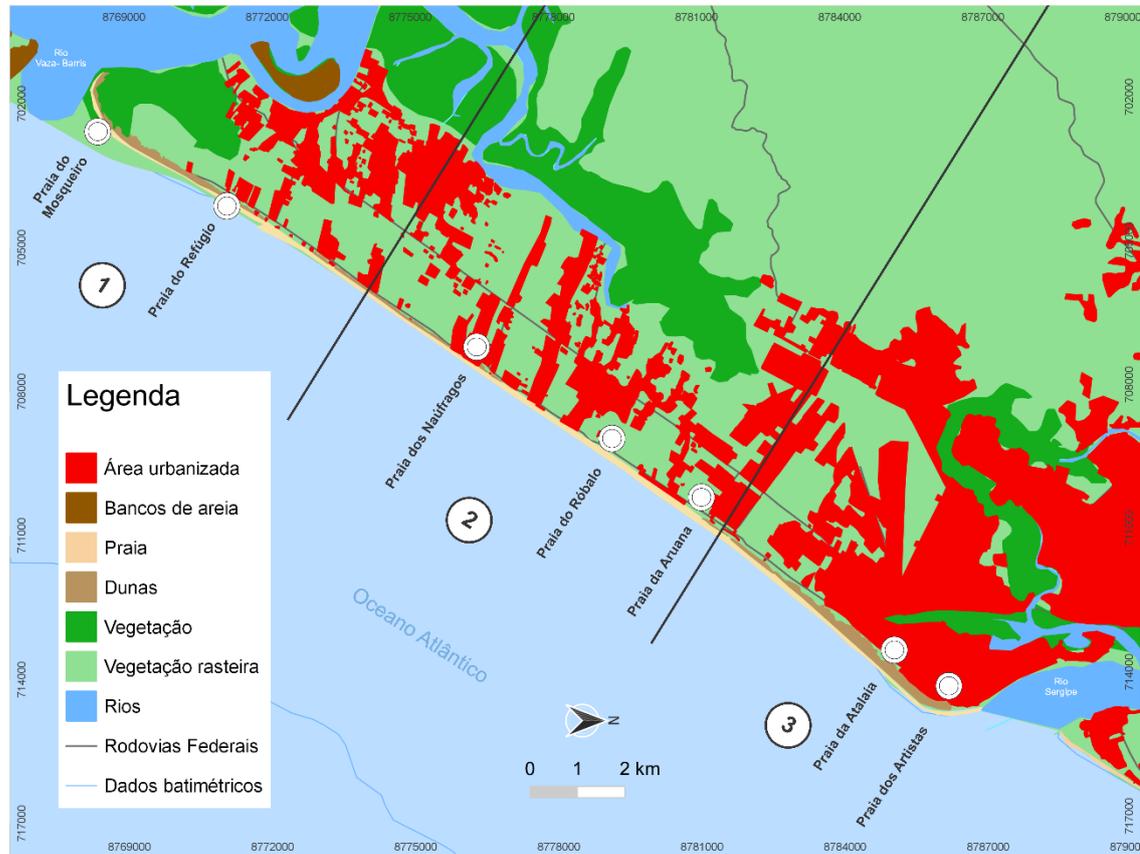


Fonte: IBGE, (2022).

## Litoral Central

O litoral Central é formado apenas pela capital do estado, Aracaju. Essa área também foi segmentada em três setores (Figura 7). Por se tratar de uma região metropolitana, pela sua configuração planejada, conformou-se uma porção em processos de urbanização extensiva (Nascimento & Araújo, 2018), assim todo o setor apresenta características similares no que diz respeito a ação antrópica.

**Figura 7.** Litoral central de Sergipe, Dados da classificação do uso do solo para o Litoral Central e sua setorização.



**Fonte:** IBGE, (2022). Organização dos autores, (2024).

Toda a configuração territorial do município foi bastante afetada por políticas públicas habitacionais, logo em nenhum dos setores há ausência de ocupação. A faixa de praia desse setor é extensa, com presença de dunas. No entanto, a construção de uma via próximo a praia as obstruiu, impossibilitando seu desenvolvimento. Apenas na porção esquerda do setor, com o fim da via, que é possível perceber dunas de maiores amplitudes. As vias asfaltadas são predominantes. A vegetação na forma de árvores de médio e grande porte é restrita a pontos isolados e as margens dos rios, enquanto a vegetação rasteira está presente em grande parte do município. A elevação deste setor varia entre 2 e 6 m.

Estudos realizados por Rodrigues (2008), Rodrigues (2014) e Silva (2014), utilizando diferentes metodologias aplicadas a uma mesma área, buscaram mapear os processos de erosão. Ressalta-se que o último desses estudos empregou a mesma metodologia empregada nesta pesquisa. Esses trabalhos demonstram que o litoral sergipano tem enfrentado processos erosivos há um longo período. Além disso, evidenciam que, ao longo de um intervalo de dez anos, os mesmos pontos permanecem em situação de erosão.

O primeiro setor fica às margens do Rio Vaza-Barris, assim como no Litoral Sul há presença de vegetação densa próximo ao rio e em alguns pontos dispersos pela área. Na porção próxima a linha de costa não há desenvolvimento intenso de construções, mas os presentes são significativos. Todas as vias de acessos são asfaltadas e a maioria das construções concentram grandes áreas residenciais. Em contato direto com a praia, estão amplamente distribuídos bares e barracas. Apesar de não apresentar estruturas de proteção evidentes ao longo do setor, a parte sul da área há resquícios de estruturas que foram destruídas, ao longo da praia.

O setor dois acompanha as características do setor anterior, a vegetação na forma de árvores de médio e grande porte está presente apenas próxima aos rios e em pontos isolados, enquanto a vegetação arbustiva é predominante. Este setor apresenta maior adensamento populacional, nele estão complexos condomínios abertos com diversos problemas de infraestrutura, enquanto as áreas próximas a linha de costa são compostas por condomínios fechados para pessoas de alta renda, casas de veraneio e comunidades de pescadores. A maioria destas construções foram dispostas sobre dunas e lagoas com constante risco de desmonte, logo grande parte das dunas foi aterrada e as remanescentes são de baixa amplitude.

O terceiro setor é o que apresenta maior taxa de ocupação, as construções se desenvolvem em toda a área. Há presença de dunas extensas, mas de baixa amplitude. Por se tratar de uma área nobre, há intenso processo de verticalização e adensamento desses edifícios nos bairros que compreendem esta porção do município. Devido a adição de sedimentos, o setor três representa uma faixa ampla, assim os pontos de ocupação não se encontram diretamente dispostos sobre a linha de costa. Bem como todos os municípios do litoral, este setor sofre influência direta da foz de rios, neste caso o Rio Sergipe. Com isso foram construídas estruturas costeiras ao longo de toda parte norte do setor, espigões e muros de contenção.

Diante dos dados avaliados (Quadro 03) o litoral de Aracaju representa praias de baixas declividades, com presença de dunas de baixa amplitude, apresenta estruturas de contenção à erosão, a qual, ocorre por causas naturais e antrópicas (Silva, 2014), condicionada principalmente pela dinâmica fluvial associada. Pontualmente diversas porções de todos os setores apresentam vulnerabilidade a eventos erosivos extremos, principalmente nos setores 1 e 3 (Figura 9), no entanto, o geoindicadores forneceram um índice entre 4,5 e 6,5, assim o panorama geral representa vulnerabilidade moderada à erosão para todos os setores (Figura 10).

**Quadro 03.** Resultados da avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira por setores no Litoral Central.

Grau de intensidade dos geoindicadores	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Morfologia da praia	Baixa	Baixa	Baixa
Posição da linha de costa	Alta	Moderada	Baixa
Campos de dunas	Moderada	Moderada	Moderada
Exposição às ondas	Alta	Alta	Alta
Distância da foz de rios	Alta	Moderada	Alta
Elevação do terreno	Moderada	Moderada	Moderada
Vegetação	Moderada	Moderada	Moderada
Estruturas costeiras	Moderada	Baixa	Alta
Percentual de ocupação do solo	Moderada	Moderada	Alta
Impermeabilidade do solo	Moderada	Moderada	Alta
<b>Índice</b>	6	4,5	6,5

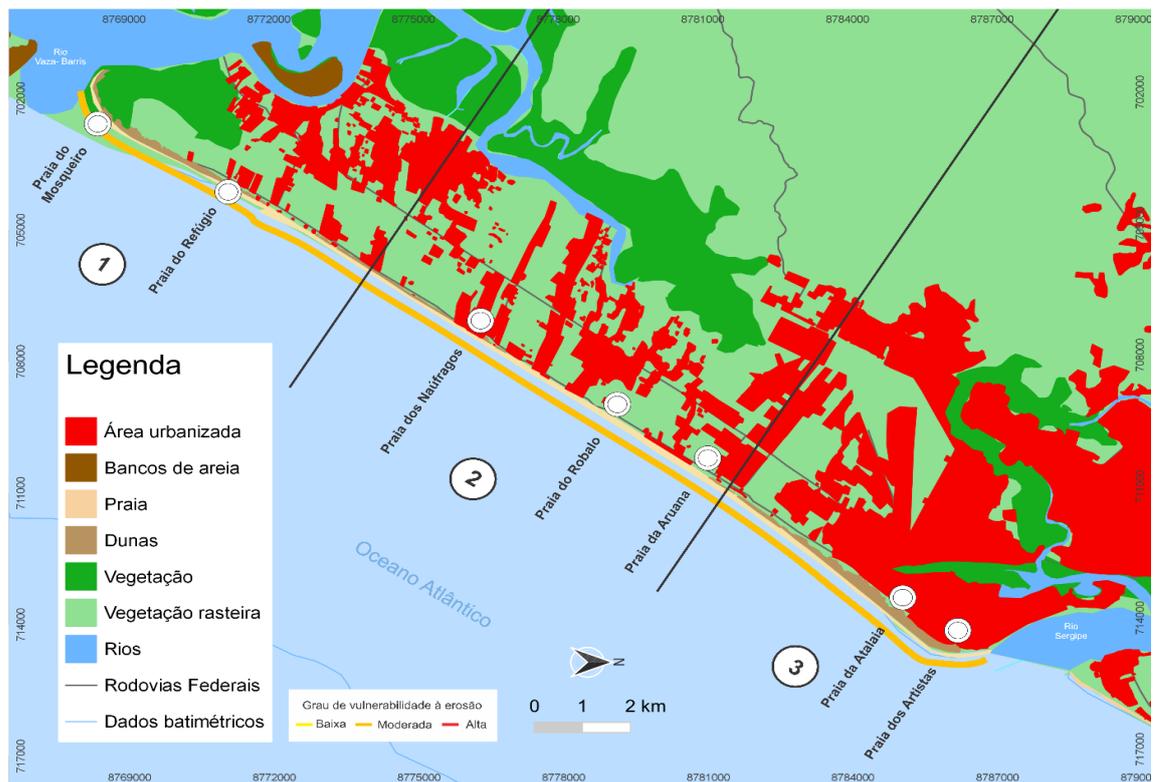
Fonte: Organização dos autores, (2024).

**Figura 8.** Aracaju-SE, Eventos erosivos observados nos setores do Litoral central. (B) Restos da estrutura da Rov. José Sarney. (B) Praia seca estreita e escarpa na linha de costa.



Fonte: Extraído de Silva, (2014).

**Figura 9.** Litoral central de Sergipe, Síntese do grau de vulnerabilidade para os setores do Litoral Central.



Fonte: IBGE, (2022).

## Litoral norte

O litoral Norte é formado pelos municípios de Barra dos Coqueiros, Pirambu, Pacatuba e Brejo Grande. O padrão das praias do litoral norte é predominantemente dissipativo, em um grau de exposição alto, em ambientes sujeitos à alta energia de ondas, ventos e correntes. Alvo de adensamento de construções e população residente, em algumas porções já abrigando instalações portuárias e industriais. Os setores foram subdivididos de acordo com os limites geográficos dos municípios, em Barra, Pirambu, Pacatuba e Brejo Grande, estes dois últimos foram caracterizados como um só setor (Figura 11).

**Figura 10** - Litoral norte de Sergipe, Dados da classificação do uso do solo para o Litoral Norte e sua setorização.



**Fonte:** IBGE, (2022). Organização dos autores, (2024).

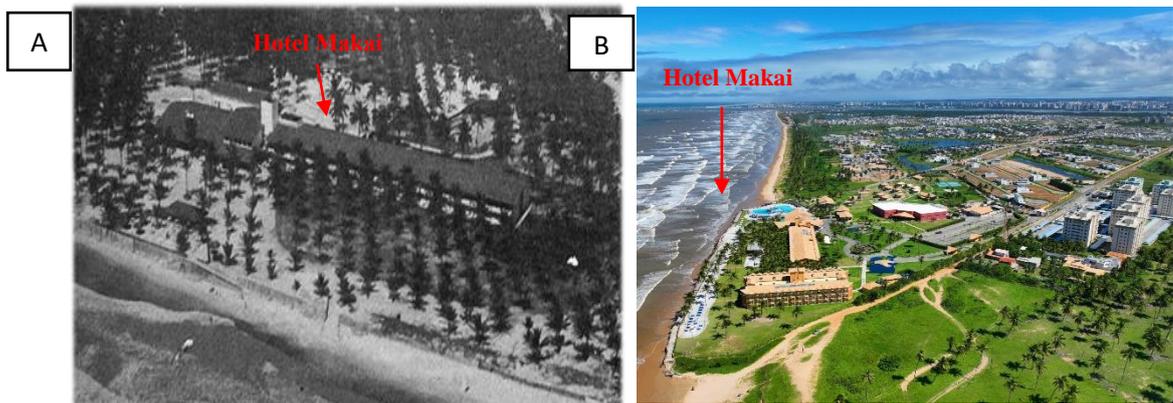
O setor Barra é o que apresenta maior grau de vulnerabilidade entre os demais setores. Apesar de possuir uma faixa de praia bem desenvolvida e extensa, exibe pontos de erosão ao longo de toda costa. As dunas são praticamente ausentes, pois foram utilizadas como fundação para os imóveis que foram construídos no litoral. A vegetação é predominantemente rasteira, já que são exercidas atividades de pecuária, extração mineral (areia e argila), carcinicultura e piscicultura, pesca e pequenas lavouras de arroz próximas ao litoral, e os pontos de adensamento vegetal se concentram ao longo do curso do Rio Sergipe, que desemboca às margens do setor. A elevação do terreno varia entre 3 e 6 m.

Com a proximidade com o Rio Sergipe foi necessária a colocação de muros de proteção ao longo de toda margem direita do rio. Apesar de haver uma progradação artificial em alguns pontos deste setor, são evidentes os eventos erosivos. Há recuo continuado da linha de costa, vegetação com raízes expostas, coqueiros caídos e propriedades ameaçadas, o Makai

Resort teve papel importante na caracterização dos problemas erosivos na face praia. Com o passar dos anos, a maré que passou a agir diretamente na estrutura, e por conta disso, foram desenvolvidas manobras a fim de controlar a ação erosiva, muros cimentados e grandes blocos de rochas (Figura 13).

Este setor é o que apresentam maior contingente populacional. Com a construção da Ponte Construtor João Alves em 2006, ligando o município a capital do estado, região se tornou um importante setor de interesse, houve a promoção do litoral como novo destino turístico e bastante viável para a implantação de um mercado turístico e imobiliário, atraindo o desenvolvimento destes setores. Os espaços costeiros foram recharacterizados com a chegada das edificações, toda sua estrutura foi e vem sendo modificada afim de se adequar ao novo volume populacional e econômico, com isso essas obras que obedecem a organização urbana e essas alterações comprometeram o equilíbrio ambiental que compõe o litoral, manguezais, restingas e dunas (Santos *et al.*, 2012).

**Figura 11.** Barra dos Coqueiros-SE (A) Makai Beach Resort em 1980, sob o nome de Hotel da Ilha. (B) Makai em 2023, com obras de contenção ao redor, a fim de evitar a ação das marés.



Fonte: (A) jornal de Sergipe; (B) Secretaria do meio ambiente, (2024).

O setor Pirambu é caracterizado por uma faixa de praia bem desenvolvida, com bom suprimento sedimentar, campos de dunas extensos e vegetados ao longo de todo o setor. A vegetação arbustiva é predominante, uma vez que a economia do município está embasada na agropecuária, extrativismo (animal, vegetal e mineral). A elevação do terreno varia entre 3 e 8 m. A ocupação se concentra totalmente próximo ao rio, já que dentro dos domínios territoriais de Pirambu existem algumas Unidades de Preservação Ambiental, como a Reserva Biológica (REBIO), que objetiva a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais (Brasil, 2000). Este setor não apresenta estrutura de proteção costeira artificial ou natural, expondo a praia à ação de ondas. Assim, com a proximidade com o Rio Japarutuba, ocorrem diversos processos frequentes de erosão, por conta do deslocamento de sua foz (Figura 14).

**Figura 12.** Pirambu-SE, Evidências de eventos erosivos nas praias de Pirambu. (A) destruição de construções e (B) avenida Oceânica.



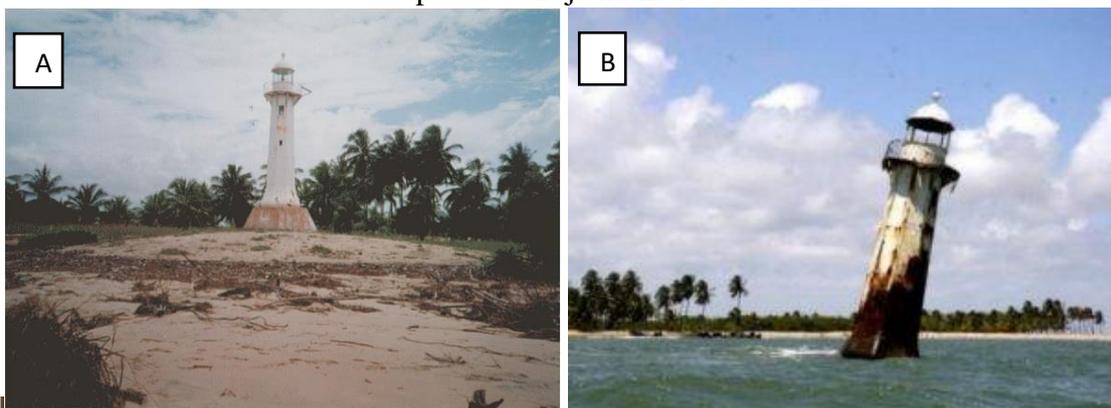
**Fonte:** Cássia Santana, (2013).

O setor Pacatuba e Brejo Grande é o que apresenta menor atuação antrópica em todo o litoral. A porção do município de Pacatuba é semelhante ao do Setor de Pirambu, praias extensas com campos de dunas bem desenvolvidos e vegetados. A vegetação é predominantemente rasteira. A elevação do terreno varia entre 4 e 10 m. A ocupação sob a faixa de praia é ausente, se concentrando em pequenos povoados no interior do continente. O balanço sedimentar desta área é aparentemente estável, não sendo caracterizados eventos erosivos frequentes. Logo não há estruturas costeiras de proteção. A porção de Brejo Grande por sua vez possui uma faixa de praia estreita, dunas de baixa amplitude ou ausentes. A elevação do terreno varia entre 2 e 5 m, terrenos com elevação menores a 3 m apresentam alta vulnerabilidade à ação de ventos. O município sofre influência direta da foz do Rio São Francisco, dessa forma são grandes as áreas de vegetação típica de regiões alagadas. Assim como o município de Pacatuba as áreas ocupadas se concentram no interior do continente.

Bittencourt et al. (2006), no Atlas de Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro, apontam que a região ao sul do rio São Francisco, em Sergipe, apresenta uma erosão costeira mais intensa. Essa característica está associada à redução no transporte de sedimentos fluviais, provocada pela presença de barragens ao longo do curso do rio.

Apesar não haver obras de proteção costeira na área, o município de Brejo Grande foi acometido por diversos processos erosivos, devido à proximidade com a desembocadura do rio. Após a construção de um conjunto de barragens que regulariza a vazão deste rio pela CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco), alterou-se a condição hidrodinâmica do Rio São Francisco, acarretando uma maior intensificação dos processos costeiros, principalmente dos processos de erosão, que culminou na destruição do antigo povoado do Cabeço (Figura 15).

**Figura 13.** Brejo Grande-SE, (A) Povoado do Cabeço anterior à inundação. (B) O antigo farol do povoado hoje no meio do oceano.



**Fonte:** Antônio SpS, <http://sergipeemfotos.blogspot.com/2013/01/povoado-cabeco-no-municipio-de-brejo.html>

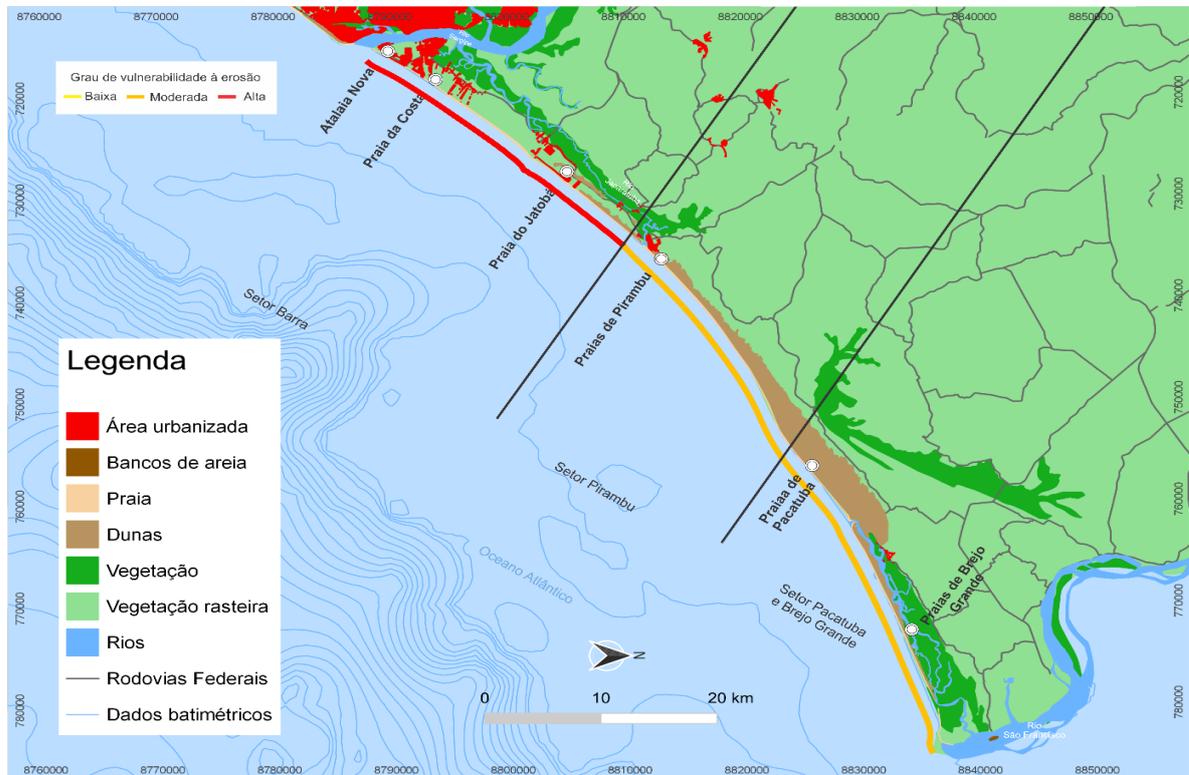
Os resultados encontrados indicam vulnerabilidade à erosão costeira alta para o setor Barra e moderada para os demais setores (Figura 16), semelhante para os demais setores acima. Os seguintes valores numéricos encontrados, para Barra: 8, Pirambu: 4,5, Pacatuba e Brejo Grande: 5. O Quadro 04 apresenta os resultados para o Litoral Norte.

**Quadro 04.** Resultados da avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira por setores no Litoral Norte.

Grau de intensidade dos geoindicadores	Setor Barra	Setor Pirambu	Setor Pacatuba e Brejo Grande
Morfologia da praia	Moderada	Baixa	Moderada
Posição da linha de costa	Alta	Moderada	Moderada
Campos de dunas	Moderada	Baixa	Baixa
Exposição às ondas	Alta	Alta	Alta
Distância da foz de rios	Alta	Alta	Alta
Elevação do terreno	Moderada	Moderada	Moderada
Vegetação	Moderada	Moderada	Moderada
Estruturas costeiras	Alta	Baixa	Baixa
Percentual de ocupação do solo	Alta	Moderada	Moderada
Impermeabilidade do solo	Alta	Moderada	Moderada
<b>Índice</b>	8	4,5	5

**Fonte:** Organização dos autores, (2024).

**Figura 14.** Litoral norte de Sergipe, Síntese do grau de vulnerabilidade para os setores do Litoral Norte.



Fonte: IBGE, (2022). Organizado pelos autores, (2024).

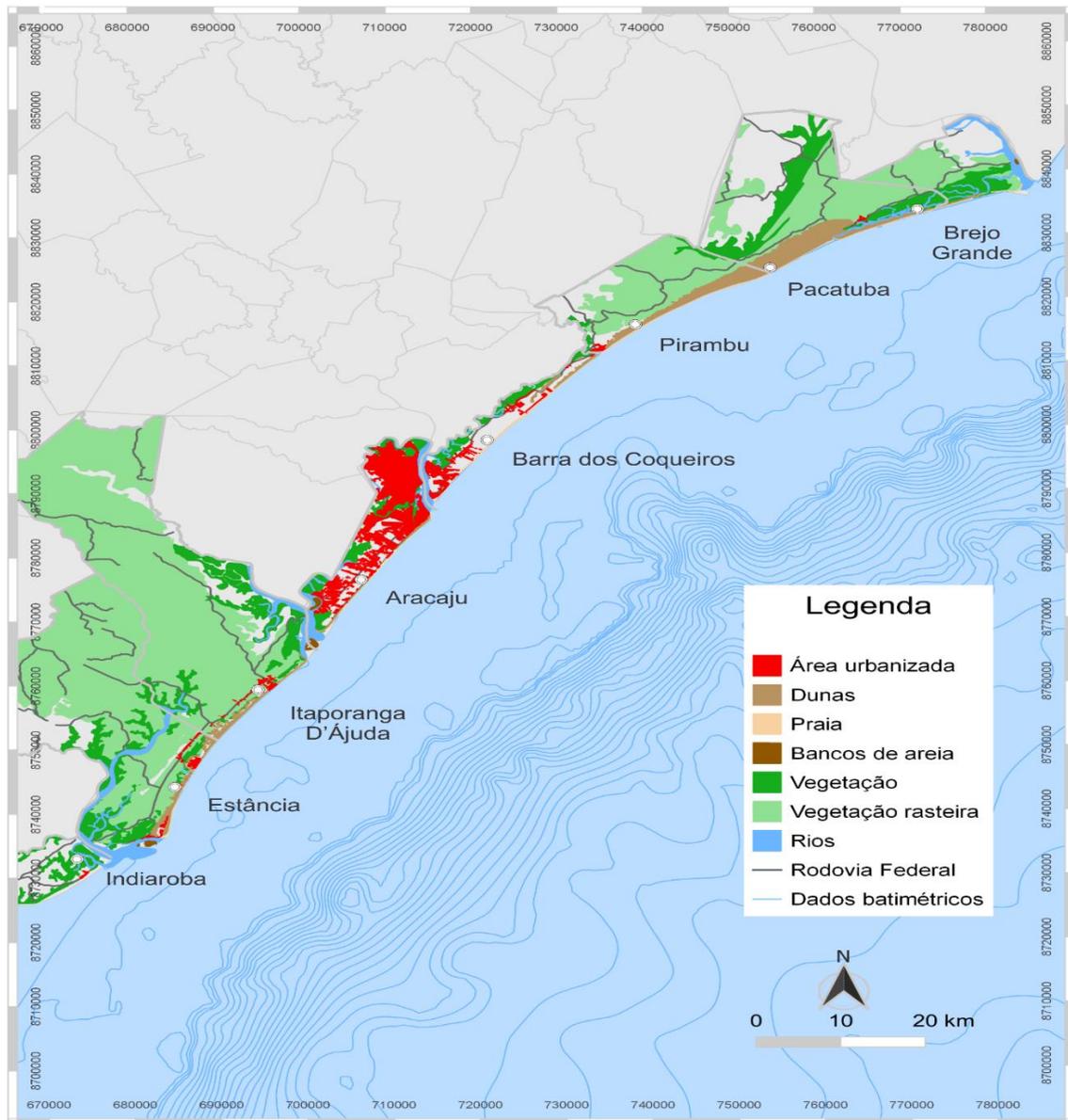
## Panorama Geral do Estado de Sergipe

Assim como em grande parte do Brasil, é na zona costeira do Estado de Sergipe que se desenvolvem inúmeras atividades. A partir do mapeamento apresentado na Figura 17 e da classificação do litoral sergipano com base nos geoindicadores, os resultados obtidos indicam que a maior parte da extensão costeira do estado apresenta vulnerabilidade moderada à erosão. Entretanto, o município da Barra dos Coqueiros se destaca por apresentar uma vulnerabilidade elevada, conforme ilustrado na Figura 18.

A erosão costeira é um processo natural decorrente de balanço sedimentar negativo. Apesar da linha de costa do estado de Sergipe exibir uma tendência de vulnerabilidade moderada, se analisado pontualmente, existem diversos pontos se encontram sob processos erosivos intensos (Figura 19). Nestes trechos as causas naturais da erosão são decorrentes da dinâmica da circulação costeira (divergência da deriva litorânea) e das intervenções antrópicas que induzem ao balanço sedimentar negativo do sistema praiial (Fontes *et al.*, 2006), bem como resultante da ação fluvial.

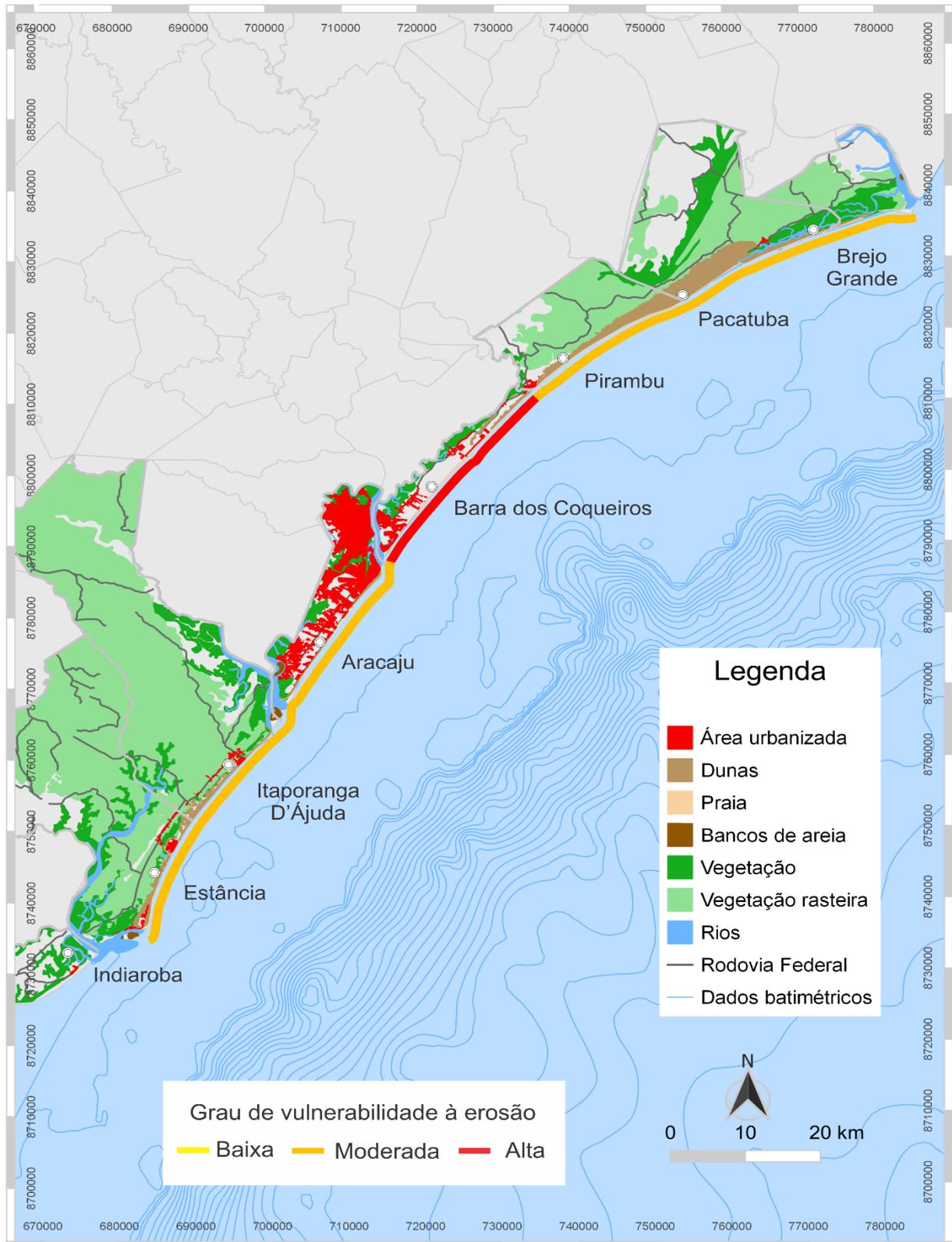
Quando há um desequilíbrio no balanço sedimentar, seja por fatores naturais, como mudanças nos padrões de circulação oceânica, ou devido a interferências humanas, como a construção de infraestrutura costeira, a erosão se intensifica. Esse processo pode resultar na diminuição da largura da praia, na perda de áreas de dunas e até mesmo na destruição de ecossistemas costeiros importantes, como manguezais e restingas. A compreensão do balanço sedimentar é essencial para o manejo da erosão costeira, pois permite identificar áreas vulneráveis e implementar medidas adequadas para mitigar os impactos dessa degradação, como a realização de reposição artificial de areia ou a criação de zonas de proteção ambiental.

**Figura 15.** Litoral de Sergipe, Dados da classificação do uso do solo para todo o litoral do estado de Sergipe.



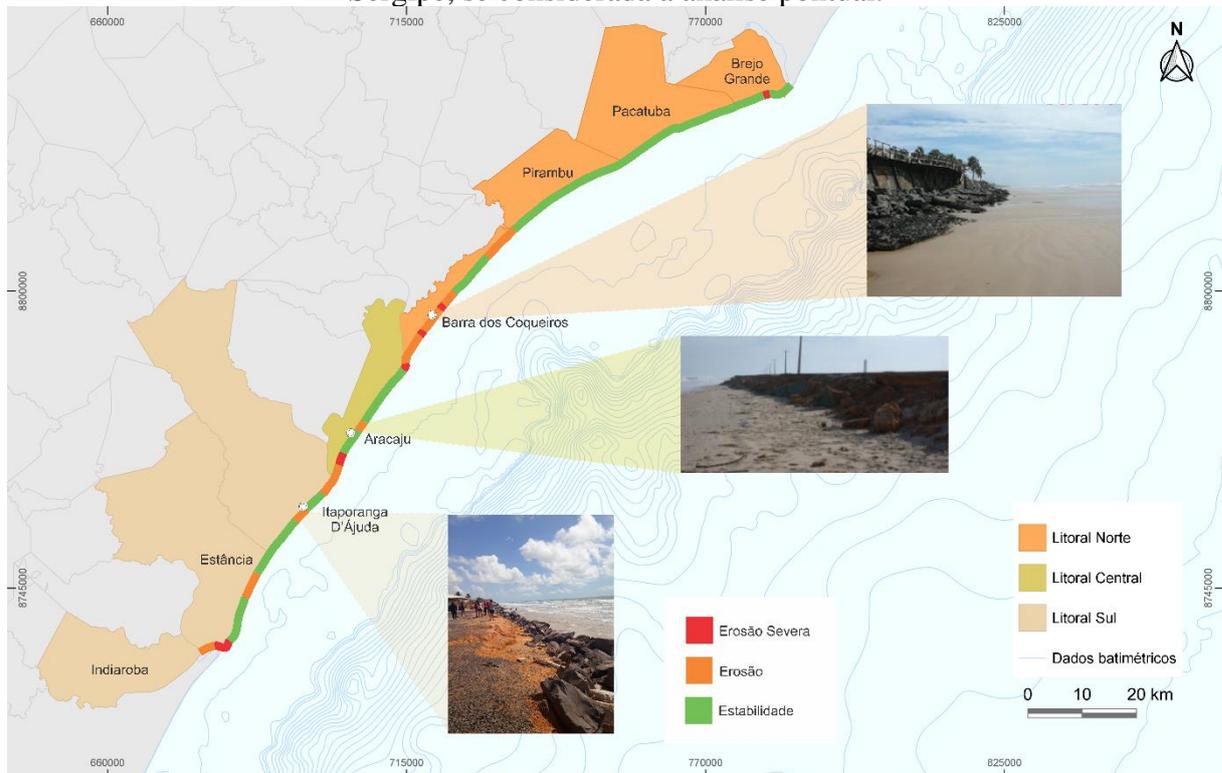
Fonte: IBGE, (2022). Organizado pelos autores, (2024).

**Figura 16.** Litoral de Sergipe, Síntese do grau de vulnerabilidade para todo o litoral do estado de Sergipe.



Fonte: IBGE, (2022). Organizado pelos autores, (2024).

**Figura 17.** Litoral de Sergipe, Mapeamento do nível de vulnerabilidade a erosão no estado de Sergipe, se considerada a análise pontual.



Fonte: IBGE, (2022). Organizado pelos autores, (2024).

A ação humana tem intensificado significativamente os processos de erosão em várias áreas do litoral, muitas vezes como resultado de intervenções como a construção de infraestrutura costeira, o desmatamento de áreas de manguezais e restinga, e a exploração de recursos naturais. Essas atividades alteram o equilíbrio natural dos sedimentos, acelerando a perda de sedimentos das praias e aumentando a vulnerabilidade de determinadas regiões. Além disso, essa interferência humana, quando combinada com fatores naturais, como a variação do nível do mar e condições climáticas extremas, intensifica os efeitos da erosão, especialmente em áreas urbanizadas e turísticas, como algumas praias de Sergipe. Esse cenário evidencia a urgência de implementar medidas de mitigação e adaptação, com ênfase nas mudanças climáticas e em políticas públicas voltadas à proteção das zonas costeiras. Tais ações são essenciais para minimizar os impactos da erosão e assegurar a preservação dos ecossistemas praias

## CONCLUSÕES

Com o estudo da vulnerabilidade à erosão para o litoral de Sergipe, verificou-se que todos os setores apresentaram vulnerabilidade à eventos erosivos, o grau de vulnerabilidade, no entanto, varia conforme a escala trabalhada. Se analisada pontualmente, diversas porções apresentam erosão severa, enquanto outros pontos se mostram em estabilidade. Como o método escolhido para este estudo, a união de dez geoindicadores, avaliou a área em escalas maiores, os resultados obtidos para os níveis de vulnerabilidade variaram de moderado a alto, mascarando certos pontos com erosão crítica.

De maneira geral, o litoral do estado de Sergipe exibe vulnerabilidade moderada à erosão. No entanto, entre os resultados encontrados foi possível observar diversos

Margarida Penteadó - Revista de Geomorfologia. v.1 n.2, dezembro de 2024, p.1-24  
<https://doi.org/10.29327/ISSN2966-2958.v1n2.2024.002>

geoindicadores com alta vulnerabilidade no município da Barra dos Coqueiros, classificando esta área como altamente vulnerável. O município nos últimos anos vem apresentando um crescimento de condomínios verticais e horizontais de forma intensa principalmente próximo a linha de costa, prejudicando assim todo o ecossistema praiial.

A linha de costa é uma área de forte sensibilidade à ação antrópica, em especial à pressão urbanística e à implantação de infraestruturas relacionadas com o turismo e o lazer (Pedrosa, 2012). Entretanto, isto resulta em um ordenamento do território que nem sempre obedece aos princípios de sustentabilidade ambiental e econômica e como a praia é um ambiente especialmente vulneráveis a eventos meteoclimatológicos, ocorrem impactos ao sistema praiial, além de prejuízos e transtornos à sociedade.

Tendo em vista a vulnerabilidade da região, é de extrema importância o planejamento e adoções de medidas de prevenção e mitigação na zona costeira, visando a contenção da erosão marinha e a manutenção da linha de costa. Os resultados obtidos neste trabalho reforçam a importância de avaliar a vulnerabilidade costeira e podem ser utilizados como suporte para a tomada de decisões pelos órgãos responsáveis, visando detectar e reduzir os prejuízos causados pela erosão, bem como preveni-los.

## REFERÊNCIAS

**ATLAS DE SERGIPE.** Aracaju: Universidade Federal de Sergipe; Secretaria do Planejamento do Estado de Sergipe, 1979. 93 p.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; OLIVEIRA, M.B. de.; DOMINGUEZ, J.M.L. 2006. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro – Sergipe. In: Dieter Muehe (Org). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. 2 ed. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, p.: 213-218.

BOSBOOM, J.; STIVE, M. JF. Coastal dynamics. **TU Delft Open**, 2021.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Diário Oficial da União, Brasília, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.html). Acesso em: dezembro 2023.

BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S.; PILKEY, O. H. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management**, v. 42, n. 8, p. 647-670, 1999.

CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JR., E. Morfodinâmica praiial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 51, p. 63-78, 2003.

COBUM, A. S. **Reducing vulnerability of North Carolina communities: A model approach for identifying, mapping and mitigating coastal hazards.** Program for the Study of Developed Shorelines, Duke University, 2001. Disponível em: <http://www.env.duke.edu/psds/docs.htm>. Acesso em: abril 2024

DAL CIN, R.; SIMEONI, U. A model for determining the classification, vulnerability and risk in the southern coastal zone of the Marche (Italy). **Journal of Coastal Research**, v. 10, n. 1, p. 18-29, 1994.

DOYLE, L. J.; SHAWMA, D. C.; HIM, A. C.; PILKEY Jr., O. H.; NEAL, W. J.; PILKEY, O. H.; MARTIN, D.; BELKNAP, D. F. Living with the West Florida shore. In: PILKEY Jr., O. H.; NEAL, W. I. (Eds.). **Living with the shore**. Durham: Duke University Press, 1984. p. 225-250.

FONTES, A. L.; SANTOS, M. A.; LIMA, E. S.; CORREIA, A. L. F. Caracterização sedimentar e morfodinâmica do litoral norte do Estado de Sergipe: contribuição ao ordenamento territorial. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia, 2006.

HENNECKE, W. G.; COWELL, P. GIS Modeling of Impacts of an Accelerated Rate of Sea Level on Coastal Inlets and Deeply Embayed Shorelines. **Environmental Geosciences**, v. 7, p. 137-148, 2000.

KLEIN, R.; NICHOLLS, R. Assessment of Coastal Vulnerability to Climate Change. **Ambio**, v. 28, p. 182-187, 1999.

MAZZER, A. M.; DILLERNBURG, S. R.; SOUZA, C. G. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 278-294, 2008.

MENEZES, J. T. **Balanço de Sedimentos Arenosos da Enseada do Balneário Camboriú – SC**. Porto Alegre, 2008. 149 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. S.; GONÇALVES, R. M. Uso de Geoindicadores para Avaliação da Vulnerabilidade à Erosão Costeira Através de Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 1, p. 276-296, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234049>. Acesso em: abril 2024

NASCIMENTO, M. M. P.; ARAÚJO, H. M. A urbanização extensiva de Aracaju e a formação de novos aglomerados habitacionais: avaliação a partir da desagregação de dados dos CENSOS/IBGE. **Caderno de Geografia PUC-Minas**, v. 28, p. 52-66, 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2018v28n52p166/12962>. Acesso em: 01 mar. 2024.

PEDROSA, A. S. Risco de erosão no litoral Norte de Portugal: uma questão de ordenamento do território. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 13-24, 2013.

PRATA, A. P. N.; SILVA, A. C.; LÓPES, M. G.; COSTA, S. M.; TREVISAN, R.; RIBEIRO, A. R. O.; ALVES, M.; LEMOS JUNIOR, I. C.; NUNES, I. R. Cyperaceae. In: PRATA, A. P. N.; AMARAL, M. C. E.; FARIAS, M. C.; ALVES, M. V. (Orgs.). **Flora de Sergipe**. Volume 1. Aracaju: Gráfica e Editora Triunfo, 2013. p. 127-218.

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, [S. l.]**, v. 15, n. 29, p. 243–267, 2024. DOI: 10.30612/rel.v15i29.18258. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/entre-lugar/article/view/18258>. Acesso em: 5 dez. 2024.

REGUERO, B. G.; MENÉNDEZ, M.; MÉNDEZ, F. J.; MÍNGUEZ, R.; LOSADA, I. J. A global ocean waves (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. **Coastal Engineering**, v. 65, p. 38-55, 2012.

REIS, C. M. M.; FEITOSA, A. P. C.; REIS, A. L. Q. Uso de Geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em Debate**, v. 13, n. 1, p. 194-215, 2019.

RODRIGUES, T. K.; **Análise das Mudanças da Linha De Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe**. Salvador, 2008. 91p. dissertação (mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008

RODRIGUES, T. K.; BARRETO, S. A.; SOUZA, E. S. Expansão urbana e dinâmica marinha da praia da costa no município de Barra dos Coqueiros – Sergipe. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Eds.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP, 2017. p. 345-356.

RODRIGUES, T. K.; **Impacto das Mudanças Climáticas na Zona Costeira do Município de Aracaju-SE: Estudo de Caso Utilizando o SMC (Sistema de Modelagem Costeira)**. Salvador, 2014. 91p. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SANTOS, C. N. C.; CARVALHO VILAR, J. W. O litoral sul de Sergipe: contribuição ao planejamento ambiental e territorial. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 6, p. 1128-1138, 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2045>. Acesso em: abril 2024.

SILVA, M. G.; **Geoindicadores de erosão e acumulação das praias do município de Aracaju – Sergipe**. 2014. 88 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2014.

SOUSA, P. H. G. O.; SIEGLE, E. T. M. G.; TESSLER, M. G. Environmental and Anthropogenic Indicators for Coastal Risk Assessment at Massaguaçu Beach (SP) Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 64, p. 319-323, 2011.