

## **Capítulo II**

### **INTENSIDADE DA EROSÃO COSTEIRA ATRAVÉS DE GEOINDICADORES NO LITORAL NORTE DA PARAÍBA - BRASIL**







## INTENSIDADE DA EROÇÃO COSTEIRA ATRAVÉS DE GEOINDICADORES NO LITORAL NORTE DA PARAÍBA - BRASIL

Ana Luiza Epifanio de Souza<sup>1</sup>; Jessyca Janyny de Oliveira Saraiva-Maia<sup>2</sup>; Nadjacleia Vilar Almeida<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Graduação em Ecologia da Universidade Federal da Paraíba, Av. Santa Elizabethete, s/n, Rio Tinto, Paraíba, CEP 58297-000, [ana.epifanio@academico.ufpb.br](mailto:ana.epifanio@academico.ufpb.br) (autora correspondente), [jany43@gmail.com](mailto:jany43@gmail.com)

<sup>3</sup> Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Av. Santa Elizabethete, s/n, Rio Tinto, Paraíba, CEP 58297-000, [nadjacleia@ccae.ufpb.br](mailto:nadjacleia@ccae.ufpb.br)

### RESUMO

A erosão costeira é um processo natural que foi e é responsável por modelar a paisagem costeira, porém esse processo é intensificado pelas ações antrópicas, destacando-se nesse trabalho o impacto do avanço da urbanização, problema observado no trecho urbano do município de Baía da Traição, litoral norte da Paraíba, Brasil. O objetivo desta pesquisa foi analisar a intensidade da erosão na linha de costa do trecho urbano do município de Baía da Traição-PB, por meio de geoindicadores. A determinação dos geoindicadores partiu da adaptação dos indicadores de erosão propostos por Souza (2009) e também dos geoindicadores propostos nos trabalhos de Reis (2019) e Pereira (2020). A intensidade de erosão foi analisada num trecho de 3 quilômetros que foi subdividido em três trechos de 1 quilômetro. Para identificação dos geoindicadores foi realizada a fotointerpretação através das imagens do software *Google Earth* e levantamentos realizados in situ através de observações e registros de imagens durante o campo. Feito isso, foram encontrados na área de estudo 13 geoindicadores, dos quais 6 estavam concentrados no trecho B, caracterizando-o como o trecho que apresenta maior intensidade erosiva. Em paralelo à presença dos geoindicadores, podemos observar a influência positiva da barreira natural (recife arenítico) presente na região, evidenciando a importância da proteção exercida pelos elementos da paisagem na mitigação aos processos erosivos no litoral em geral, incluindo na região costeira deste trabalho. Por fim, esse trabalho só reforça a necessidade da gestão das áreas costeiras, além de um planejamento urbano-ambiental em locais que apresentam atividades erosivas, a fim de minimizar os impactos à população humana residente neste ambiente.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; Paisagem Costeira; Gestão costeira; Planejamento Urbano-ambiental.

### ABSTRACT

Coastal erosion is a natural process that was and is responsible for shaping the coastal landscape, but this process is intensified by anthropic actions, highlighting in this work the impact of the advance of urbanization, a problem observed in

the urban stretch of the municipality of Baía da Traição, north coast of Paraíba, Brazil. The objective of this research was to analyze the intensity of erosion on the coastline of the urban stretch of the municipality of Baía da Traição-PB, using geoindicators. The determination of the geoindicators was based on the adaptation of the erosion indicators proposed by Souza (2009) and also the geoindicators proposed in the works of Reis (2019) and Pereira (2020). Erosion intensity was analyzed in a 3-kilometer stretch that was subdivided into three 1-kilometer stretches. In order to identify the geoindicators, photointerpretation was performed using images from the Google Earth software and surveys carried out in situ through observations and image recordings during the field. After that, 13 geoindicators were found in the study area, of which 6 were concentrated in stretch B, characterizing it as the stretch with the highest erosion intensity. In parallel to the presence of geoindicators, we can observe the positive influence of the natural barrier (sandstone reef) present in the region, evidencing the importance of the protection exercised by the landscape elements in mitigating erosion processes on the coast in general, including the coastal region of this work. Finally, this work only reinforces the need for management of coastal areas, in addition to urban-environmental planning in places that present erosive activities, in order to minimize the impacts on the human population residing in this environment.

Keywords: Environmental Impacts; Coastal Landscape; Coastal Management; Urban-environmental planning.

### INTRODUÇÃO

A região costeira é uma zona de transição e de interações, onde há o encontro entre a terra e o mar, além do encontro e interação desses dois ambientes com a atmosfera (BIRD, 2008). Vinculado a característica dinâmica da região costeira, podemos encontrar algumas problemáticas, como a erosão costeira, que segundo NICOLODI (2008), é um processo natural que foi e é responsável por modelar a paisagem costeira, porém, hoje esse processo é intensificado pelas ações antrópicas.

A ocupação desordenada do território, que ocorre desde a colonização do Brasil, vem contribuindo significativamente para o processo erosivo em áreas urbanas costeiras, tendo em vista que a ocupação humana sem um planejamento, acaba interferindo na dinâmica natural do ambiente e conseqüentemente alterando suas paisagens (SANTOS, 2012). Essa ocupação desordenada somada aos riscos a que essas áreas estão sujeitas, fazem com que os impactos das atividades erosivas atinjam as pessoas de forma heterogênea (SILVEIRA et al., 2009)

Para além da ocupação desordenada do território, um agravante ao processo erosivo na região costeira, derivado das mudanças climáticas, é o aumento do nível médio do mar, que em conjunto com a dinâmica da região, os processos de equilíbrio sedimentar e as ações antrópicas, fazem com que essa área se torne uma região de alta vulnerabilidade, o que representa risco para os habitantes dessa região. Para SANTOS (2015) os ambientes urbanos atingidos por impactos ambientais, sejam de causas naturais ou não, são vistos como áreas de risco para a população.

BELÉM (2007) em seu estudo sobre risco de inundação de zonas costeiras estima que o nível médio do mar, na região costeira brasileira, aumentará 0,5m nos próximos 50-100 anos. Nessa perspectiva, estudos antecipatórios sobre a intensidade da erosão costeira nessas regiões, devem acontecer, visto que, existem pessoas residindo nesses locais e em muitos dos casos, essa ocupação é desordenada e em território inapropriado, ou seja, de risco. Assim, com os estudos antecipatórios, pode-se prevenir desastres relacionados à erosão e ao aumento do nível médio do mar.

Dito isto, uma das formas de analisar a intensidade da erosão costeira, em áreas que apresentam histórico erosivo, é a utilização dos geoindicadores, que conforme BUSH et al. (1999) vem sendo uma alternativa que facilita prever desastres, além de ser uma ferramenta que ajuda a analisar a dinâmica erosiva da região costeira. Os geoindicadores referem-se às características físicas dos locais, em que a partir da identificação e observação, pode-se fazer uma interpretação e

categorizar os processos erosivos de acordo com a sua intensidade.

Para a realização deste trabalho, foram considerados os indicadores de erosão propostos no trabalho de SOUZA (2009), no qual os indicadores estão relacionados à paisagem característica das regiões costeiras que sofrem com o processo erosivo. Os indicadores encontrados nos trabalhos de SOUZA (2009) podem ser aplicados e adaptados para avaliar a erosão costeira do litoral brasileiro como um todo, pois muitas características bióticas e abióticas apresentam semelhança na extensão costeira.

Para além da adaptação dos indicadores de erosão de SOUZA (2009), foram adaptados os geoindicadores presentes nos trabalhos de REIS (2019) e PEREIRA (2020) sobre o litoral do estado da Paraíba.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a intensidade da erosão na linha de costa do trecho urbano do município de Baía da Traição, Litoral Norte da Paraíba, por meio de geoindicadores, visando auxiliar no fornecimento de dados e subsídios à ações de planejamento e gestão na zona costeira do município.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Descrição da Área de Estudo**

O estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, possui uma costa com extensão aproximada de 138 quilômetros, no qual é dividida entre litoral sul, ao sul da capital do estado - João Pessoa, e litoral norte, ao norte da capital paraibana (ARAÚJO, 2013). Segundo NEVES et al. (2016), ao longo da região costeira do estado encontram-se 13 municípios, nos quais estima-se que a população residente seja de aproximadamente um milhão.

A área de estudo desta pesquisa está inserida no município de Baía da Traição, localizado no litoral norte do estado da Paraíba, inserido no território indígena da etnia Potiguara (SILVA E ALMEIDA, 2017).

Situado no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019), o município possui uma extensão de praia de cerca de 15 quilômetros e uma população aproximada de 9.224 habitantes, tendendo ao

aumento em períodos de alta estação ou datas comemorativas como o carnaval (população flutuante) (IBGE, 2022).

Nessa extensão encontramos imóveis residenciais tanto dos moradores locais, como também de veranistas que possuem casa na cidade. Além disso, podemos nos deparar com alguns estabelecimentos comerciais, como bares e depósitos de materiais para construção.

Segundo a classificação realizada por CARVALHO (1982), o município de Baía da Traição está incluído na formação geológica Barreiras e na unidade morfoestrutural de Tabuleiros litorâneos. Dito isto, na região costeira do município de Baía da Traição, podemos observar feições geomorfológicas como recifes areníticos, que percorrem paralelamente quase toda a linha de costa do município na direção NNW-SSE, atuando como barreira natural da linha de costa na qual ela encontra-se em paralelo (BELTRÃO, 2015). Para além dos recifes, podemos encontrar o município, dunas e falésias. Essas feições geomorfológicas da paisagem atuam como agente abiótico na formação

e dinâmica da paisagem local, além de serem atrativos turísticos nesta região.

Portanto, a área de estudo desta pesquisa, compreende um trecho da linha de costa em área urbana no município de Baía da Traição - litoral norte da Paraíba, com extensão aproximada de 3 quilômetros, localizada entre a praia das Trincheiras e a praia do Forte (Figura 1).

### Procedimentos Metodológicos

Visando a delimitação da linha de costa, considerou-se que a costa é a zona entre a borda da água na maré baixa e o limite superior da ação efetiva das ondas, geralmente estendendo-se até a base da falésia (BIRD, 2008).

Para melhor detalhar os processos erosivos que ocorrem, o trecho de 3 quilômetros foi compartimentado em três trechos de 1 quilômetro, sendo eles de SE para NW: Trecho A, Trecho B e Trecho C.

A determinação dos geoindicadores partiu da adaptação dos indicadores de erosão propostos por SOUZA (2009) e dos geoindicadores propostos



Figura 1. Localização da área de estudo, Baía da Traição - Paraíba, Brasil.

nos trabalhos de REIS (2019) e PEREIRA (2020) (Tabela 1).

No sentido de determinar quais são as áreas que possuem uma alta intensidade erosiva, considerou-se a frequência de ocorrência dos geoindicadores ao longo do trecho estudado e os seus respectivos pesos, que somados indicam a intensidade da erosão do trecho.

Para identificação dos geoindicadores foi realizada a fotointerpretação através das imagens do software *Google Earth* e levantamentos realizados *in situ* por meio de observações e registros de imagens durante o campo. Assim, foi possível a classificação de intensidade de erosão de cada trecho estudado - trechos A, B e C.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do trecho urbano evidenciou alta intensidade erosiva. Dentre os trechos divididos ao longo dos 3 quilômetros, o que apresentou maior intensidade de erosão foi o trecho B, no qual somado os pesos dos geoindicadores encontrados chega-se ao total de intensidade 12, seguido do trecho C com o total para a intensidade de 8 e o trecho A com 7 (Figura 2 e Tabela 2).

Ao longo dos 3 quilômetros, registrou-se a presença de habitações residenciais, hotéis, pousadas, locais de lazer e sociabilidade, como praças e empreendimentos comerciais, os quais vêm sendo atingidos de forma direta ou indireta

**Tabela I:** Tabela de Classe e seus respectivos geoindicadores. Adaptada por autores, com base em Souza (2009), Reis (2019) e Pereira (2020) .

Classe	Geoindicador	Peso
I. Intensidade Nula	Não apresenta geoindicador	0
II. Intensidade Baixa	Vegetação rasteira de duna ou restinga com raízes expostas e escarpa erosiva nas dunas.	1
III. Intensidade Moderada	Árvores na face de praia com raízes expostas; marcas de erosão na base de muros residenciais; pós-praia estreito ou inexistente.	2
IV. Intensidade Alta	Obras estruturais de proteção costeira; infraestrutura da orla danificada por processos erosivos.	3

pelo processo de erosão costeira que atinge a região, pois, por se tratar de uma área urbana, os impactos da erosão ficam ainda mais evidentes tanto pelos moradores quanto pelos turistas.

Segundo SOUZA E GALVÃO (2011), um dos processos responsáveis por modelar a linha de costa da Baía da Traição são as ondas e as marés. Dito isto, sobre a área de estudo dessa pesquisa, a partir da tábua de maré PORTO DE CABEDELLO (2023), verificou-se que a amplitude de maré, tende a variar ao longo do ano entre 0.0 e 2.8 (existem casos excepcionais, no caso de ressacas, em que a

amplitude máxima pode ser superior a 2.8). Os processos acima, em associação ou não, geram processos erosivos ou dispositivos (deposição de sedimento na linha de costa).

Pela extensão dos 3 quilômetros da área de estudo, mesmo que exista uma proximidade entre os trechos de praia, ambos apresentam suas particularidades, principalmente em relação ao tipo de sedimento encontrado em cada um dos trechos, em que a granulometria dos grãos de areia pode variar de fino a grosso. A característica dos sedimentos encontrados na linha de costa está

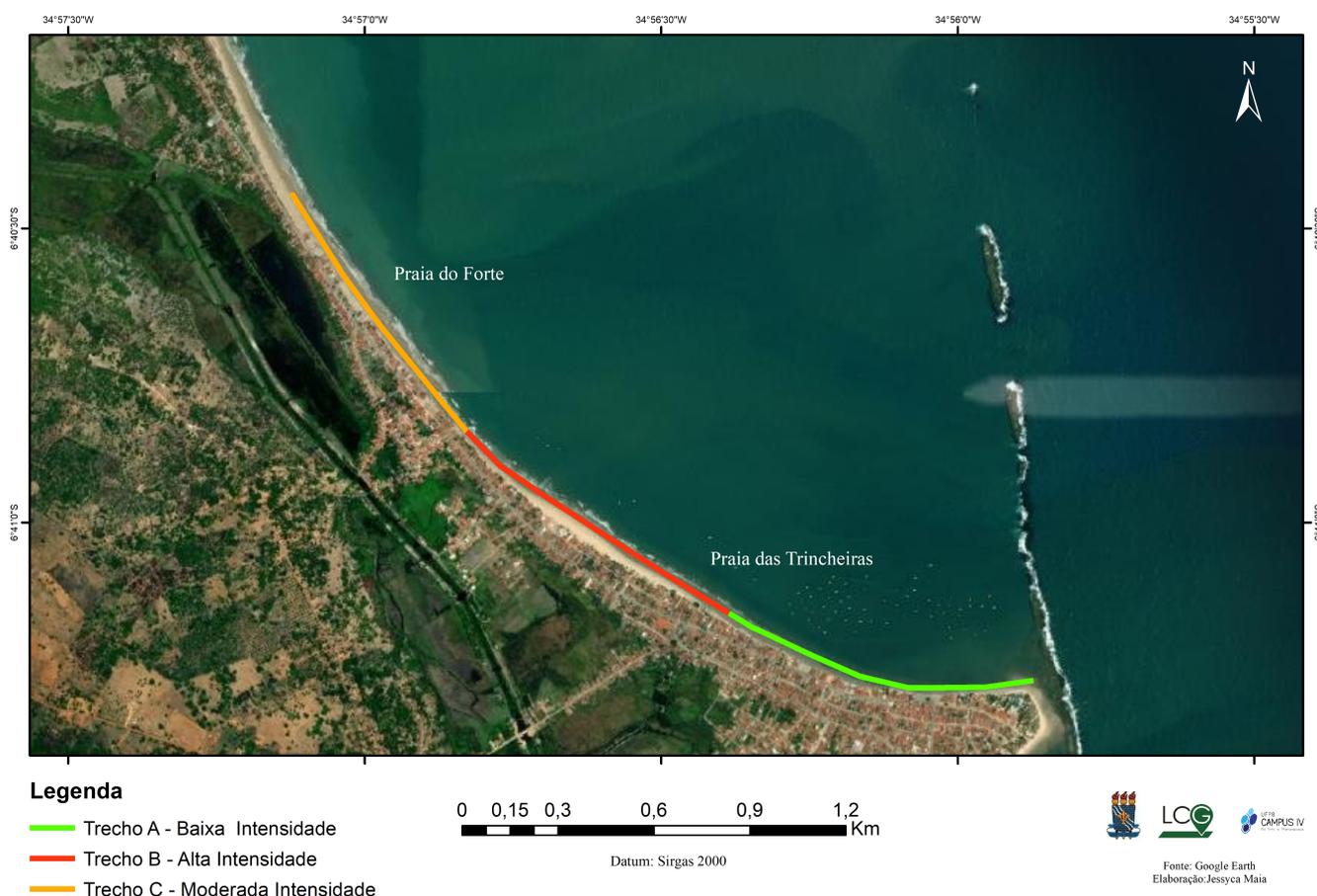
ligada à dinâmica encontrada na região e também na relação entre a linha de costa e a proteção exercida pelo recife arenítico. Em locais com proteção, ou seja, locais que em paralelo a linha de costa apresentam o recife, encontramos sedimentos mais finos e locais com pouco ou nenhuma proteção apresentam sedimentos mais grossos.

Assim, feita a análise dos geoindicadores observou-se que dentre os três trechos (A, B e C) o que apresentou maior intensidade de erosão foi o trecho B, com um total de 6 geoindicadores, sendo eles: 2 geoindicadores de intensidade baixa (Restinga com raízes expostas e Escarpa erosiva nas dunas), 2 de intensidade moderada (Árvores na face de praia com raízes expostas e Marcas de erosão na base de muros residenciais) e 2 geoindicadores de intensidade alta (Obras estruturais de proteção costeira e Infraestrutura da orla danificada por processos erosivos), totalizando o valor 12 para intensidade de erosão.

No trecho B, podemos fazer uma análise relacionando a quantidade de geoindicadores de erosão com a presença do recife de arenito que atua

como barreira natural, amenizando os efeitos abrasivos das ondas do mar nas praias locais. Neste caso, como não há tanta proteção dessa barreira, pois à medida que nos direcionamos para o norte do município de Baía da Traição, encontramos pouca ou nenhuma presença desse elemento de proteção (Figura 2). A linha de costa é muito mais afetada pelo choque mecânico das ondas, visto que, com a ausência ou pouca presença da barreira natural, não ocorre a diminuição da energia das ondas, o que facilita o processo erosivo nesta região.

Quanto ao tipo de sedimento depositado no trecho B, observou-se em campo, que o trecho B possui grãos com maior granulometria, porém não maior que a granulometria dos grãos de areia encontrados no trecho C. Isto nos mostra a influência das marés, que possuem amplitudes que variam ao longo do dia e dos meses, o que significa que maiores amplitudes conseguem atingir um nível maior da linha de costa e assim transportar ou retirar sedimento da faixa de praia, além da influência das ondas sobre a características dos sedimentos e também no processo erosivo. O



**Figura 2.** Intensidade de erosão nos trechos A, B e C, em área urbana do município de Baía da Traição-PB, Brasil.

**Tabela II:** Resultado de análise dos geoindicadores.

Trecho	Geoindicadores Presentes	Classe de Intensidade	Total
<b>Trecho A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Árvores na face de praia com raízes expostas;</li> <li>● Marcas de erosão na base de muros residenciais;</li> <li>● Obras estruturais de proteção costeira.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Moderada</li> <li>● Moderada</li> <li>● Alta</li> </ul>	7
<b>Trecho B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Restinga ou com raízes expostas</li> <li>● Escarpa erosiva nas dunas;</li> <li>● Árvores na face de praia com raízes expostas;</li> <li>● Marcas de erosão na base de muros residenciais;</li> <li>● Obras estruturais de proteção costeira;</li> <li>● Infraestrutura da orla danificada por processos erosivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Baixa</li> <li>● Baixa</li> <li>● Moderada</li> <li>● Moderada</li> <li>● Alta</li> <li>● Alta</li> </ul>	12
<b>Trecho C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escarpa erosiva nas dunas;</li> <li>● Marcas de erosão na base de muros residenciais;</li> <li>● Pós-praia estreito ou inexistente;</li> <li>● Obras estruturais de proteção costeira;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Baixa</li> <li>● Moderada</li> <li>● Moderada</li> <li>● Alta</li> </ul>	8

produto desse processo costeiro erosivo é a formação de "degraus" ou escarpas erosivas nas dunas (Figura 3).

Ademais, nesse trecho encontramos uma maior linha de costa, coincidindo com os locais de maior ocupação humana na região costeira de Baía da Traição, Paraíba (LIMA, 2002).

Já no trecho C, foram identificados 4 geoindicadores de erosão, sendo: 1 de intensidade baixa (Escarpa erosiva nas dunas), 2 de intensidade moderada (Marcas de erosão na base de muros residenciais e Pós-praia estreita ou inexistente) e 1 de intensidade alta (Obras estruturais de proteção costeira), somando um total de 8 para a intensidade de erosão.

Seguindo a análise que foi realizada para o trecho B, o trecho C não está sob o efeito de proteção da barreira natural (Figura 2), isso pode ser observado no tipo de sedimento encontrado na praia, que possui granulometria superior ao trecho B. Para além dessa característica, nota-se que esse trecho é um dos que vem sofrendo com os efeitos abrasivos do processo erosivo.

Esse processo é acentuado com o regime de marés de sizígia, na qual a amplitude da maré atinge o seu máximo, e conseqüentemente atinge os limites em que encontram-se essas residências, estabelecimentos e instalações públicas. Segundo BELTRÃO (2015) esse processo vem evoluindo exponencialmente e causando danos a pelo menos 20 anos. Assim, esse trecho apresenta um quantitativo menor de residências e estabelecimentos, pois devido ao processo erosivo atuante no trecho, ocorreu o processo de desocupação desses espaços à medida que o mar foi "avançando" e derrubando casas além de instalações públicas, como praças (Figuras 4 e 5).

Por fim, o trecho que apresentou menor quantidade de geoindicadores e menor valor de intensidade (valor 7) foi o trecho A, com: 2 geoindicadores de intensidade moderada e 1 de intensidade alta - tabela 2. Isso pode ser explicado pela maior proximidade da barreira natural (recife arenítico) que protege o trecho A contra a ação das ondas (Figura 2). Essa correlação entre o processo erosivo e a barreira natural foi vista por SILVA E ALMEIDA (2017) no seu trabalho sobre a

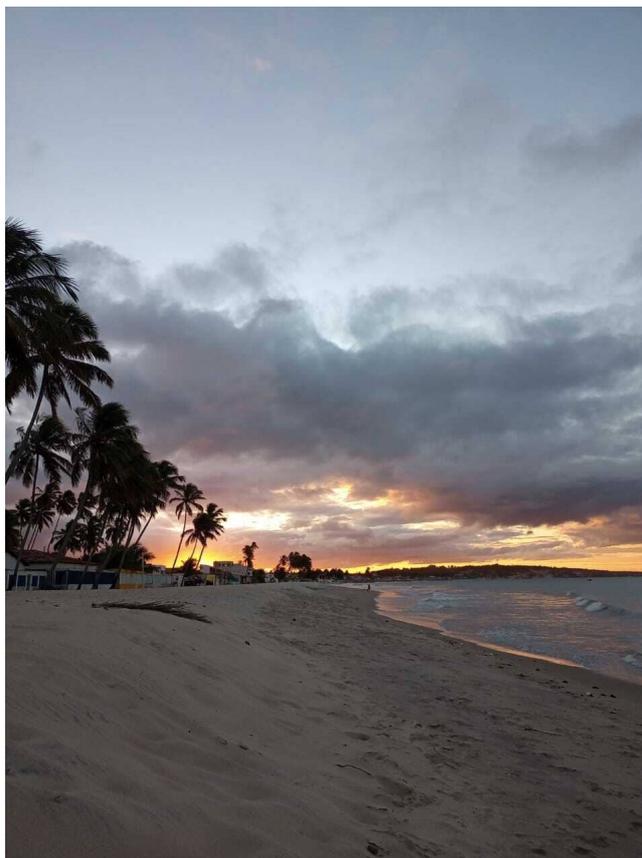
Dinâmica da paisagem costeira da cidade da Baía da Traição, Paraíba, no mesmo trecho indicado.

O efeito dessa proteção pode ser observada no tipo de sedimento quartzoso que é depositado nesse trecho de praia, sendo ele, quando comparado aos outros dois trechos (B e C), com partículas quartzosas de característica mais finas, pois sedimentos mais finos, conseguem ultrapassar a barreira natural com muita mais facilidade, visto que a força das ondas ao encontrar o fundo é capaz de agitar e transportar sedimentos leves (areia fina) para a superfície (LIMA, 2011). Assim esse sedimento acaba sendo depositado nas áreas de praia desse trecho.

Por mais que o trecho A apresente menor número de geoindicadores, quando comparado aos demais, os geoindicadores presentes nesse trecho são de caráter moderado a alto. O geoindicador de “Obras estruturais de proteção costeira” (Figura 6), nos mostram a presença das ações antrópicas atuantes sobre o trecho, além de estarem presentes em vários trechos da linha de costa do município da Baía da Traição - Paraíba. Através do levantamento em campo dos geoindicadores, foi verificado intervenções humanas para contenção da erosão.

Apesar dos problemas causados pelo processo erosivo, nota-se uma resistência dos moradores a saírem de suas residências, o que pode ou não estar atrelada a situação socioeconômica das pessoas. A carência de programas de desocupação e realocação por parte dos órgãos municipais ou estaduais, é uma grande problemática quando tratamos da vulnerabilidade social atrelada a processos e fenômenos naturais que podem vir a atingir a população local.

A compartimentação do trecho, ajudou na interpretação da paisagem e dos geoindicadores, pois segundo LIMA (2002) as praias da cidade da Baía da Traição, por mais que sejam próximas umas às outras elas possuem características que as diferenciam. Como exemplo dessa diferença, podemos encontrar locais de deposição de sedimentos (trecho A), e em contrapartida, existem trechos de transporte de sedimentos de praia de um local para outro (trecho B e C). Essas características evidenciam a ação das ondas, uma vez que a mesma consegue transportar ou depositar



**Figura 3.** Ao lado esquerdo da fotografia escarpa causada por processo erosivo. Foto: Ana L. E. de Souza. (2021).



**Figura 4.** Entulhos de residência que sobraram depois de desabamento causado pelo processo erosivo. Foto: Ana L. E. Souza (2021).

sedimento na linha de costa a depender do regime das marés e também da força que a onda exerce e também a proteção atuante da barreira natural, recifes areníticos, que atuam na proteção de áreas costeiras contra o processo erosivo (COOPER, 1991).

NEVES et al. (2006) ao analisar a erosão e progradação do litoral da Paraíba, no qual o trecho urbano analisado está inserido, constatou que o trecho entre a Praia das Trincheiras e a Praia do Forte já encontrava-se em processo erosivo. Nessa perspectiva, os indícios aqui encontrados sugerem que a erosão se agravou consideravelmente ao longo de um período de 16 anos desde a análise realizada por NEVES et al. (2016).

Para além disso, a utilização dos geoindicadores é uma proposta barata às autoridades e aos gestores locais, nos quais devem estar sempre atentos às mudanças ocorridas na linha de costa no perímetro urbano no município de Baía da Traição, Paraíba.

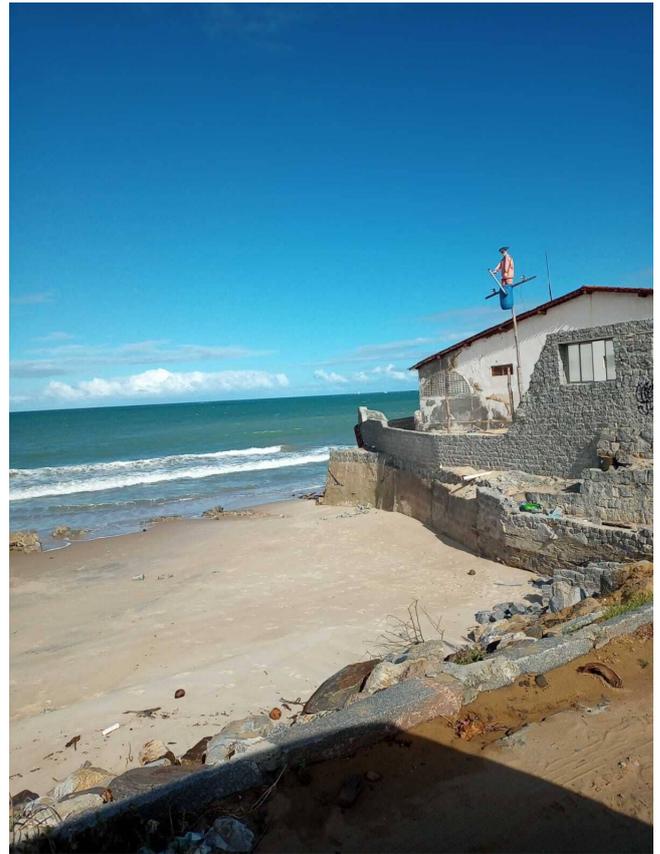
## CONCLUSÃO

Assim, a partir da análise dos geoindicadores foi possível categorizar a intensidade do processo erosivo no trecho urbano do município de Baía da Traição - litoral norte da Paraíba, resultando em 13 geoindicadores, com maior expressividade no trecho B, caracterizando-o como o trecho que apresenta maior intensidade erosiva.

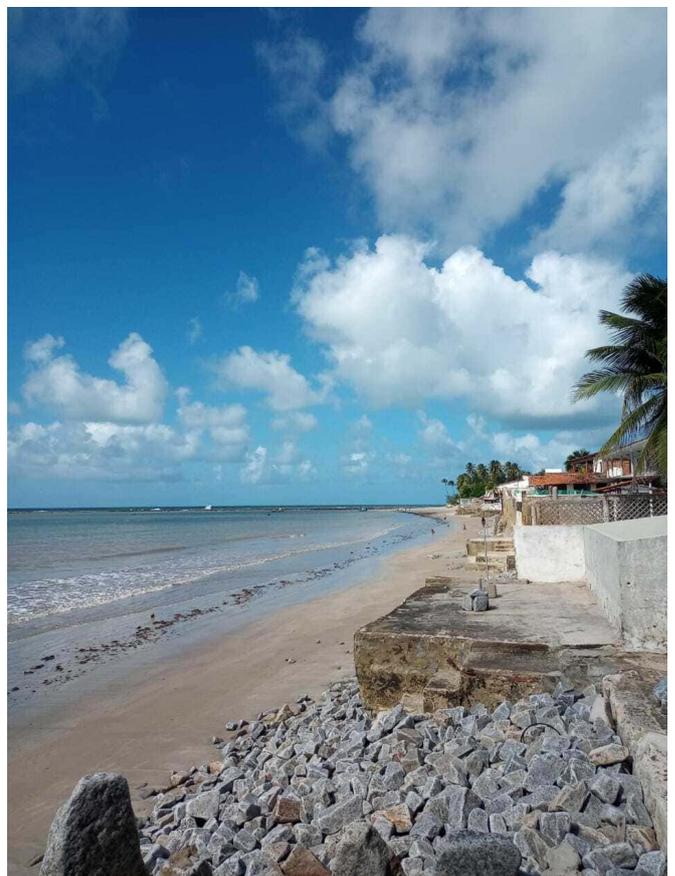
Além de evidenciar o processo erosivo, foi vista a diferença de intensidade erosiva em cada um dos trechos, em proximidades relativamente curtas. Ou seja, comprovando que os trechos analisados possuem particularidades, dinâmicas e características específicas.

A identificação dos geoindicadores e a confecção do mapa que caracteriza os graus de intensidade de erosão em cada trecho, pode servir de subsídio ao planejamento urbano e ambiental para os gestores públicos quanto à previsão de desastres como desabamentos de residências e vias públicas e também aos riscos que essa região representa para moradores e veranistas.

Para além dos geoindicadores encontrados, destaca-se a importância da barreira natural na



**Figura 5.** Obra realizada em residência para diminuir os impactos do processo erosivo que atinge a área. Foto: Ana L. E. Souza (2022).



**Figura 6.** Obras estruturais de proteção costeira. Foto: Ana L. E. de Souza (2021).

contenção da erosão nos trechos, principalmente no trecho A, que fica mais protegido e mais próximo a esse elemento natural e apresenta baixa intensidade de erosão. Essa configuração nos mostra a necessidade de conservação dos elementos abióticos que compõem a paisagem costeira e que garantem a proteção da linha de costa e o balanço sedimentar.

Por fim, esse trabalho só reforça a necessidade de gestão das áreas costeiras, além de corroborar com pesquisas que venham a analisar o processo erosivo nessa região com outro aspecto, como o socioeconômico, tendo em vista que o processo erosivo em regiões urbanas apresentam riscos e demandam ações de contenção e mitigação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba, o Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG) e ao Laboratório de Análises Geoambientais (LAGeo), além da contribuição e ensinamentos da Professora Doutora Nadjacleia Vilar Almeida.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. G. 2013. Avaliação do potencial invasor de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral da Paraíba, Brasil. Dissertação de Doutorado em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil. 92p.

BELÉM, A. L. 2007. Impactos Das Mudanças Climáticas Globais no Risco de Inundações Em Zonas Costeiras. Jornadas Internacionales sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas, Brasil, pp. 1-13. (disponível em [https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/brazil/Belem.--2007.--Brazil-CC--Flood-Risk.--\[POR\].pdf](https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/brazil/Belem.--2007.--Brazil-CC--Flood-Risk.--[POR].pdf)).

BELTRÃO, B, A; SANTOS, F.G. 2015. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). Ação emergencial para reconhecimento de área de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes. Baía da Traição. Relatório Técnico.

BIRD, E. C. F. 2008. Coastal Geomorphology: An Introduction. 448p. Wiley, Chichester, Inglaterra. (ISBN-13: 978-0470517307)

BRASIL. IBGE. 2019. Meio Ambiente. (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/baia-da-traicao/panorama>). Brasil.

BRASIL. IBGE. 2022. População. (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/baia-da-traicao/panorama>). Brasil.

BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S.; PILKEY, O. H. 1999. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal- hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management*, v. 42, n. 8. (doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00027-7)

CARAPUÇO, M.M.; TABORDA, R.; SILVEIRA, T.M.; PSUTY, N.P.; ANDRADE, C. & FREITAS, M.C. 2016. Coastal geoindicators: towards the establishment of a common framework for sandy coastal environments. *Earth Science Reviews*, pp.154, 183-190. DOI:10.1016/j.earscirev.2016.01.002

CARVALHO, M. G. R. S. 1983. Estado da Paraíba: classificação geomorfológica. Editora da UFPB, 69 p. Paraíba, Brasil.

Cooper, J. A. G. 1991. Beachrock formation in low latitudes: implications for coastal evolutionary models. *Marine Geology*, 98(1), 145-154. ([https://doi.org/10.1016/0025-3227\(91\)90042-3](https://doi.org/10.1016/0025-3227(91)90042-3))

LIMA, J. D. M. 2002. Morfogenese da dinâmica costeira entre os estuários dos rios Mamanguape e Camaratuba. Dissertação de Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil. 56 p.

MARTINS, K. A.; DE SOUZA PEREIRA, P.; PEREIRA LINO, A.; MIKOSZ GONÇALVES, R. 2016. Determinação Da Erosão Costeira No Estado De Pernambuco Através De Geoindicadores. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. (doi.org/10.20502/rbg.v17i3.854)

MARINHA DO BRASIL. 2023. PORTO DE CABEDELLO (ESTADO DA PARAÍBA) - 2023 (disponível em: [https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados\\_de\\_mare/23-porto\\_de\\_cabedelo\\_tabua\\_2023\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/23-porto_de_cabedelo_tabua_2023_0.pdf))

NEVES MOREIRA, S.; MARIA LANDIM DOMINGUEZ, J. CARLOS DA SILVA P. BITTENCOURT, A. 2006. Paraíba. In: MUEHE, Dieter. *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. cap. 7, p. 174-178. (disponível em [https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Livro\\_ersao\\_Dieter\\_\\_RS.pdf](https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Livro_ersao_Dieter__RS.pdf))

- NICOLODI, J. L. 2008. Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira. Brasília, Brasil: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 25 p. (DOI: 10.13140/RG.2.2.30280.06403)
- PEREIRA, J. C. G. 2020. Uso de geoindicadores na identificação de erosão costeira no município de Baía da Traição-PB. Dissertação de Graduação no formato artigo. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. 21p.
- REIS, C.M.M.; FEITOSA A.P.C.; REIS, A, L, Q. 2019. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. OKARA: Geografia em Debate. p194-215. 22p. (disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/download/39397/29099/126910>)
- SANTOS, J. de O. 2015. Relações Entre Fragilidade Ambiental E Vulnerabilidade Social Na Susceptibilidade Aos Riscos. Mercator( Fortaleza). pp. 75-90. (doi.org/10.4215/RM2015.1402.0005)
- SANTOS, G. C. 2012. Dinâmica da Paisagem Costeira do meio do Atalaia - Aracajú – SE. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe, Brasil. 152p.
- SILVA, J. I. da; ALMEIDA, N. V. 2017. DINÂMICA DA PAISAGEM COSTEIRA DA CIDADE BAÍA DA TRAIÇÃO - PB. II Congresso Internacional de Hidrossedimentologia. Disponível em: [http://www.ccae.ufpb.br/lcg/contents/documentos/artigos/a17\\_josiclaudia\\_izequiel\\_baia\\_da\\_traicao.pdf](http://www.ccae.ufpb.br/lcg/contents/documentos/artigos/a17_josiclaudia_izequiel_baia_da_traicao.pdf).
- SILVEIRA, P. G.; SANTOS, A. C. F.; BALTER, T. S. Percepção Do Risco Em Áreas Costeiras: Análise Do Município De Arraial Do Cabo – Rj (Brasil). Observatório Geográfico de América Latina. Brasil (disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/43.pdf>)
- SOUZA, C. R. DE G. 2009. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: BONONI, V. L. R. SANTOS.; JUNIOR, N. A. (Eds.). Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado. São Paulo, BR: Instituto de Botânica - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pp. 48–69.
- SOUZA, H. C.; GALVÃO, S. A. de O. 2011. Caracterização Do Meio Físico Da Orla Marítima Dos Municípios De Baía Da Traição E Marcação, Litoral Norte Da Paraíba: Subsídio Para O Gerenciamento Costeiro Integrado. Revista da FARN, Rio Grande do Norte, Brasil. (disponível em: <http://revistas.unirn.edu.br/index.php/revistaunirn/article/view/280>)
- VEYRET, Y. 20 07. Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 320p. Contexto, São Paulo, Brasil. (ISBN-10: 8572443541)