

## REAFEIÇÃOAMENTO DA LINHA DE COSTA: DESCONECTIVIDADE DA PAISAGEM

*Reshaping shoreline: landscape disconnectivity*

**Rodrigo de Freitas Amorim**

Dr. em Geografia, professor do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRN, Brasil.

[rodrigo.freitas@ufrn.br](mailto:rodrigo.freitas@ufrn.br)

### Resumo

Na região litorânea a erosão é um dos problemas contemporâneos que gera impactos para além da linha de costa. A perda de infraestruturas privadas, públicas, impactos ambientais e socioeconômicos, produz amplas e complexas consequências negativas no geossistema; demandando uma análise abrangente que contemple a compreensão dos efeitos da desconectividade na paisagem no reafeiçoamento geomorfológico. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar fatores que são responsáveis pela erosão costeira em um segmento de 221 km do litoral oriental do Nordeste brasileiro, entre a capital da Paraíba, João Pessoa e do Rio Grande do Norte, Natal. A metodologia para identificação dos trechos da linha de costa com erosão baseou-se no processo manual de vetorização, empregando chaves de interpretação que são indicadores do balanço negativo de sedimentos na faixa de praia ao longo do tempo, utilizando imagens de satélite e os softwares: QGIS (versão 3.28.2) e ArcGIS Desktop (versão 10.8.2). Quando avaliado a desconectividade em dos sedimentos que são erodidos do continente e chegam à linha de costa, foram identificados 25 barramentos nos cursos principais das bacias, eles estão especialmente concentrados nas porções de alto e médio cursos das bacias. No baixo curso de todo os 08 canais as dragas para extração de areia ampliam o problema da desconectividade. No que tange as modificações na área de análise, 96,84 km da linha de costa está urbanizada, representando 43,8% da extensão e 4,9% da linha de costa está enrijecida. O resultado dessas intervenções é que dos 221 km de litoral, 83,08 km de extensão apresentam padrão erosivo, representando 37,6%, considerando o intervalo de tempo entres os anos: 2001/2005 e 2022-2025. Por fim, é necessário considerar aspectos epistemológicos e ontológicos da Geomorfologia Costeira, desenvolvendo pesquisas aplicadas que congreguem abordagens teóricas com resolução de problemas atuais, para viabilizar novas abordagem no planejamento e gestão da região costeira. A adaptação da zona costeira aos efeitos da erosão, dentro do cenário de mudanças climáticas, demanda aprender a conviver com a erosão, uma vez que não é possível combatê-la.

**Palavras-chave:** Erosão Costeira, Praia, Orla Urbanizada, Geomorfologia Costeira.

### Abstract

In coastal regions, erosion is one of the contemporary problems that generates impacts beyond the coastline. The loss of private and public infrastructure, as well as environmental and socioeconomic impacts, produces broad and complex negative consequences on the geosystem; demanding a comprehensive analysis that considers the understanding of the effects of disconnectivity on the landscape and geomorphological reshaping. In this context,

---

the objective of this work is to evaluate factors responsible for coastal erosion in a 221 km segment of the eastern coast of Northeast Brazil, between the capital of Paraíba, João Pessoa, and the capital of Rio Grande do Norte, Natal. The methodology for identifying stretches of coastline with erosion was based on a manual vectorization process, employing interpretation keys that are indicators of the negative sediment balance on the beach strip over time, using satellite images and the software: QGIS (version 3.28.2) and ArcGIS Desktop (version 10.8.2). When assessing the disconnectivity of sediments eroded from the continent and reaching the coastline, 25 barriers were identified in the main courses of the basins, especially concentrated in the upper and middle reaches of the basins. In the lower reaches of all 8 channels, sand extraction exacerbate the disconnectivity problem. Regarding modifications in the analysis area, 96.84 km of the coastline is urbanized, representing 43.8% of the total length and 4.9% of the coastline is reinforced. The result of these interventions is that, of the 221 km of coastline, 83.08 km show an erosive pattern, representing 37.6%, considering the time interval between the years 2001/2005 and 2022-2025. Finally, it is necessary to consider epistemological and ontological aspects of Coastal Geomorphology, developing applied research that combines theoretical approaches with the resolution of current problems, to enable new approaches in the planning and management of the coastal region. The adaptation of the coastal zone to the effects of erosion, within the scenario of climate change, demands learning to live with erosion, since it is not possible to combat.

**Keywords:** Coastal Erosion, Sandy Beach, Urbanized Shoreline, Coastal Geomorphology.

---

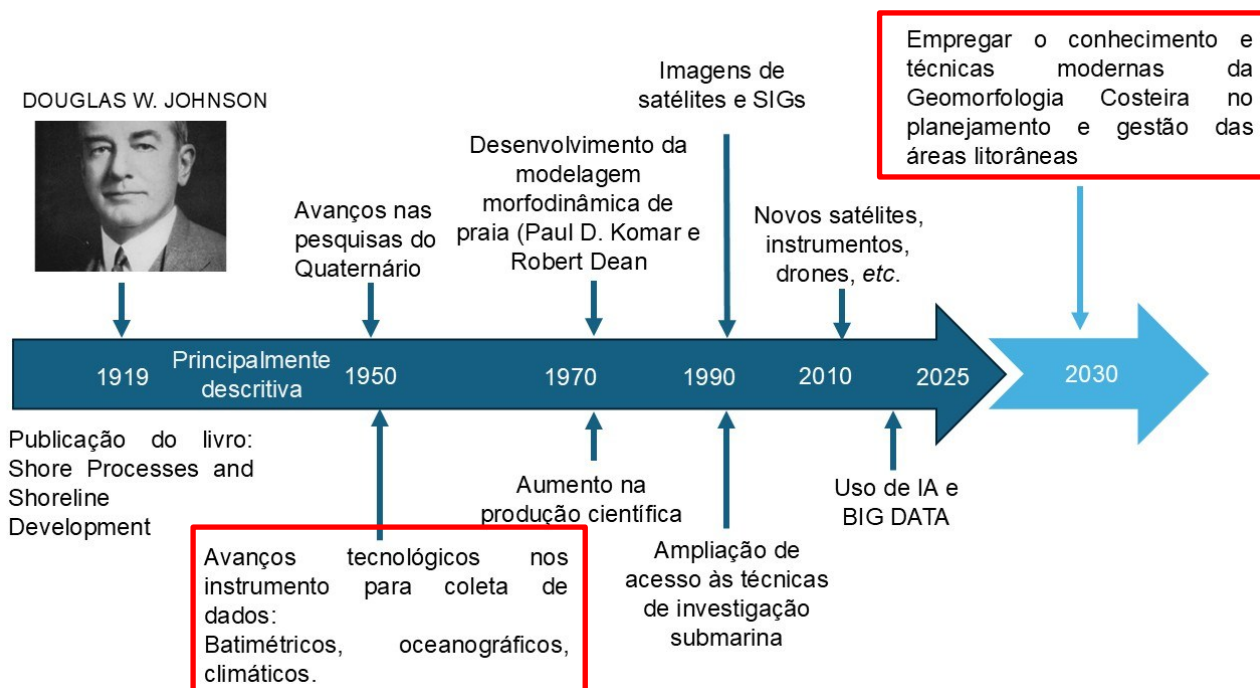
## 1. INTRODUÇÃO

A erosão costeira é um problema contemporâneo que gera impactos para além da linha de costa. A perda de infraestruturas públicas e privadas, bem como os impactos ambientais e socioeconômicos, produz amplas e complexas consequências negativas, demandando uma análise multiescalar, ancorada no estado da arte do desenvolvimento da Geomorfologia Costeira e na formulação de novos modelos para o entendimento da morfodinâmica.

A publicação do livro *Shore Processes and Shoreline Development*, em 1919, de Douglas Wilson Johnson, constitui um marco para o nascimento da Geomorfologia Costeira. Discípulo de Davis, Johnson abordou o desenvolvimento do relevo costeiro na perspectiva dos estágios evolutivos do Ciclo Geográfico. “Cada classe ou subclasse de linhas costeiras passa por seus estágios sequenciais de desenvolvimento: jovem, maduro e velho” (Johnson, 1919 p.159).

Até a década de 1950, a Geomorfologia Costeira era eminentemente descritiva. Com os avanços das pesquisas referentes ao período Quaternário, o processo de classificação e descrição foi incorporando os efeitos da mudança do nível do mar na esculturação costeira, submersa e emersa, especialmente no Holoceno (Figura 01). Os avanços tecnológicos do pós-guerra possibilitaram o desenvolvimento de novos instrumentos

capazes de medir, com precisão, variações na hidrodinâmica e no transporte de sedimentos, bem como nas remodelagens morfológicas (Davidson-Arnott, 2010), permitindo mensurações em quase simultaneidade às oscilações do sistema geomorfológico costeiro, notadamente em praias arenosas.



**Figura 01** – Síntese da evolução sobre o conhecimento em Geomorfologia Costeira após a publicação do livro: *Shore processes and shoreline development*. A figura levanta uma questão crucial para pensar os desafios atuais a serem enfrentados no planejamento e gestão das áreas litorâneas.

**Fonte:** Autor.

Nesse contexto, 106 anos após a publicação de Johnson, a Geomorfologia Costeira desenvolveu diversas abordagens, metodologias e técnicas. Contudo, diante de tanto conhecimento produzido, nasce um dilema: como aplicar toda essa base científica na mitigação dos problemas gerados pela erosão costeira? A semelhança do que aconteceu com as políticas públicas no Semiárido brasileiro — que inicialmente abordavam o problema como “combate à seca”, depois “enfrentamento da seca” e, por fim, chegaram ao termo “convivência com a seca” — o problema da erosão costeira deve ser abordado levando-se em conta não só soluções para a sua contenção, mas, principalmente, soluções integradas à dinâmica do ambiente costeiro. Nota-se que não é tarefa fácil tratar da erosão costeira e riscos associados, considerando a morfodinâmica em diferentes escalas espacotemporais.

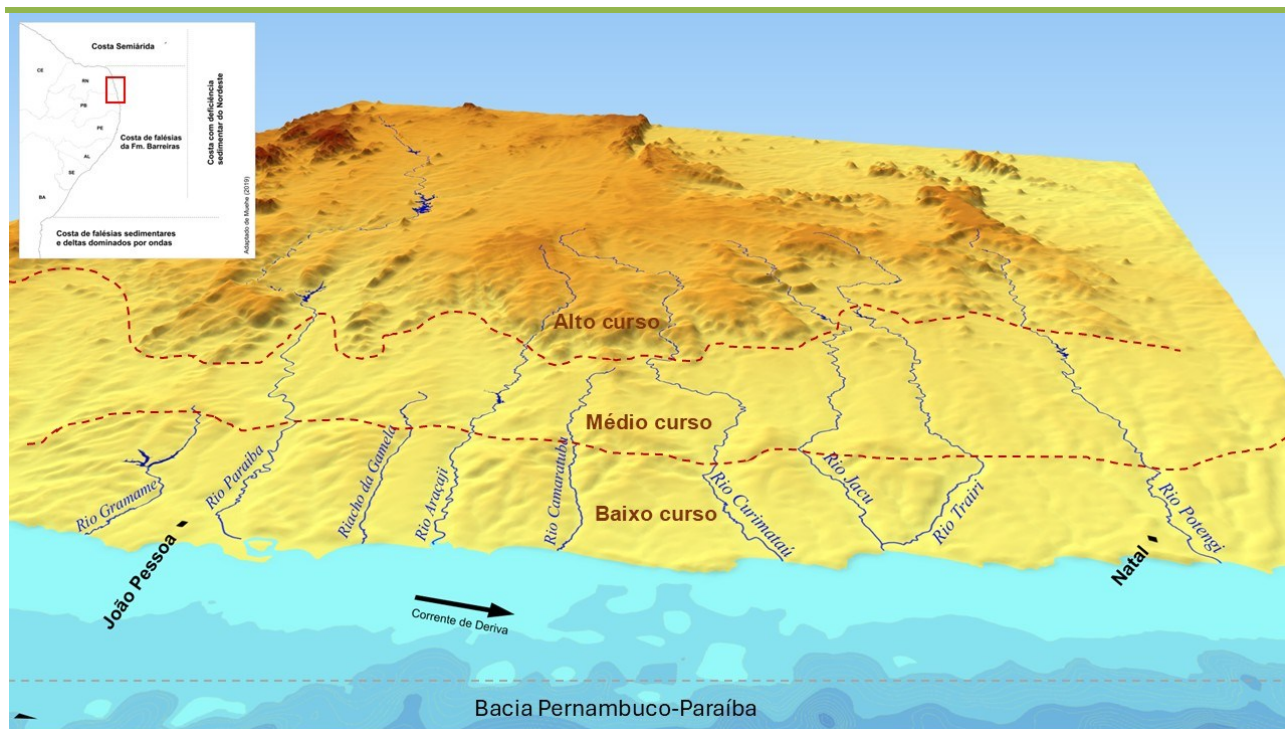
Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é analisar o reafeiçoamento da linha de costa, o qual se dá em decorrência da desconectividade da paisagem, gerada pela ação antropogênica ao construir barramentos nos canais que desaguam no oceano,

dificultando a reposição de sedimento das praias arenosas. O reafeiçoamento geomorfológico (*reshaping* – remodelagem) compreende os ajustes na forma das feições do relevo diante de variações energéticas ou mudanças no nível de base. As formas tendem, portanto, a manter o equilíbrio, sendo modificadas para níveis condizentes com o balanço de sedimentos ou com alterações no nível de base.

O reafeiçoamento da linha de costa está diretamente relacionado à capacidade do sistema geomorfológico de transmitir sedimentos e energia entre seus compartimentos ou entre sistemas distintos, ou seja, à conectividade e à desconectividade na paisagem. Assim, foram analisados os seguintes parâmetros que geram desconectividade sedimentológica entre as paisagens continental e costeira: principais rios responsáveis pelo aporte de sedimento na orla, costa urbanizada e não urbanizada, enrijecimento, erosão e estabilidade da faixa de praia. A área de análise abrange um segmento do litoral oriental do Nordeste brasileiro, entre as cidades de João Pessoa e Natal, mais especificamente entre as fozes dos rios Gramame, na Paraíba, e Potengi, no Rio Grande do Norte.

## **2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ANÁLISE**

Para colocar à prova a hipótese de que o reafeiçoamento da linha de costa atual é resultado, além de outros fatores, da desconectividade da paisagem, foi escolhido um segmento de 221 km do litoral oriental do Nordeste brasileiro, entre as capitais da Paraíba, João Pessoa, e do Rio Grande do Norte, Natal, mais especificamente entre as fozes dos rios Gramame (PB) e Potengi (RN) (Figura 02), com o propósito de analisar as relações entre diferentes aspectos do sistema geomorfológico.



**Figura 02** – Localização da área de análise, evidenciando os principais canais de drenagem que desaguam no oceano, com a divisão de alto, médio e baixo curso; indicação da direção da corrente de deriva; capitais João Pessoa (PB) e Natal (RN); e inserção no contexto da compartimentação geomorfológica do litoral do Nordeste brasileiro, segundo Muehe (2009).

**Fonte:** Autor.

A área de análise constitui uma amostra representativa do contexto atual de orlas no litoral do Nordeste brasileiro, com usos múltiplos (turístico, de lazer, de segunda residência...), além do aumento da urbanização e erosão costeira, causando impactos variados no geossistema. O trecho de 221 km abrange 14 municípios: Baía da Traição, Baía Formosa, Cabedelo, Canguaretama, João Pessoa, Lucena, Marcação, Mataraca, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim, Rio Tinto, Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul, totalizando 78 praias, todas apresentando algum tipo de uso pela sociedade, variando apenas a intensidade desse uso.

### 3. METODOLOGIA

Considerando que a linha de costa é parte de um sistema geomorfológico e que seu reafeiçoamento é o resultado da combinação de múltiplos fatores, como: a estrutura geológica/geomorfológica do litoral, a dinâmica oceânica, o aporte fluvial de sedimentos, a dinâmica climática, intervenções antrópicas e a escala de tempo aplicada à análise (Figura 03), e, baseando-se na tese de que a erosão costeira é o resultado da desconectividade da paisagem, foram analisadas diferentes variáveis para compreender quais são suas condições na área de estudo.



**Figura 03** – Variáveis estabelecidas para compreender o reafeiçoamento da linha de costa.  
**Fonte:** Autor.

Levando em conta a amplitude de todas as variáveis elencadas na Figura 03, o presente trabalho foca nos aspectos relacionados ao aporte fluvial de sedimentos na linha de costa, considerando sua importância para a manutenção das bermas nas praias arenosas, as intervenções antrópicas na linha de costa e a escala de tempo.

Para mensurar a área de drenagem que desagua no segmento da linha de costa em análise, utilizou-se a base hidrográfica otocodificada da Agência Nacional de Águas (ANA), especificamente das bacias hidrográficas que compõem a Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, cujos dados estão disponibilizados na escala 1:100.000.

Após o download dos dados vetoriais no diretório da ANA(<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/efd77aa1-3c73-4ca1-9cbc-7a2193ea743b>), os mapas e análises foram executados nos softwares QGIS (versão 3.28.2 – Firenze) e ArcGIS Desktop (versão 10.8.2).

A identificação dos trechos da linha de costa sujeitos à erosão baseou-se no processo de vetorização manual (*on-screen*), empregando chaves de interpretação que são indicadores do balanço negativo de sedimentos na faixa de praia ao longo do tempo. A vetorização da linha de costa seguiu a seguinte chave de interpretação:

- Ausência de berma;
- Marcas de erosão em falésias, dunas frontais e vegetação de pós-praia (tombada ou recuada);
- Presença de enrocamentos;
- Redução da faixa de praia em um período superior a 05 anos;

- Exposição das rochas da Formação Barreiras, evidenciada pelo terraço de abrasão.

Esses indicadores foram verificados a partir de uma análise multitemporal utilizando os *softwares* QGIS e Google Earth Pro. O QGIS foi utilizado para a vetorização dos trechos em erosão, avaliando visualmente aspectos das imagens como forma, tamanho, padrão, localização e coloração num processo supervisionado. Para isso utilizou-se o *basemap* do Google Satélite disponibilizado através do *plugin* QuickMapServices. Este *plugin*, em geral, disponibiliza as imagens mais recentes contidas no mosaico do Google Earth.

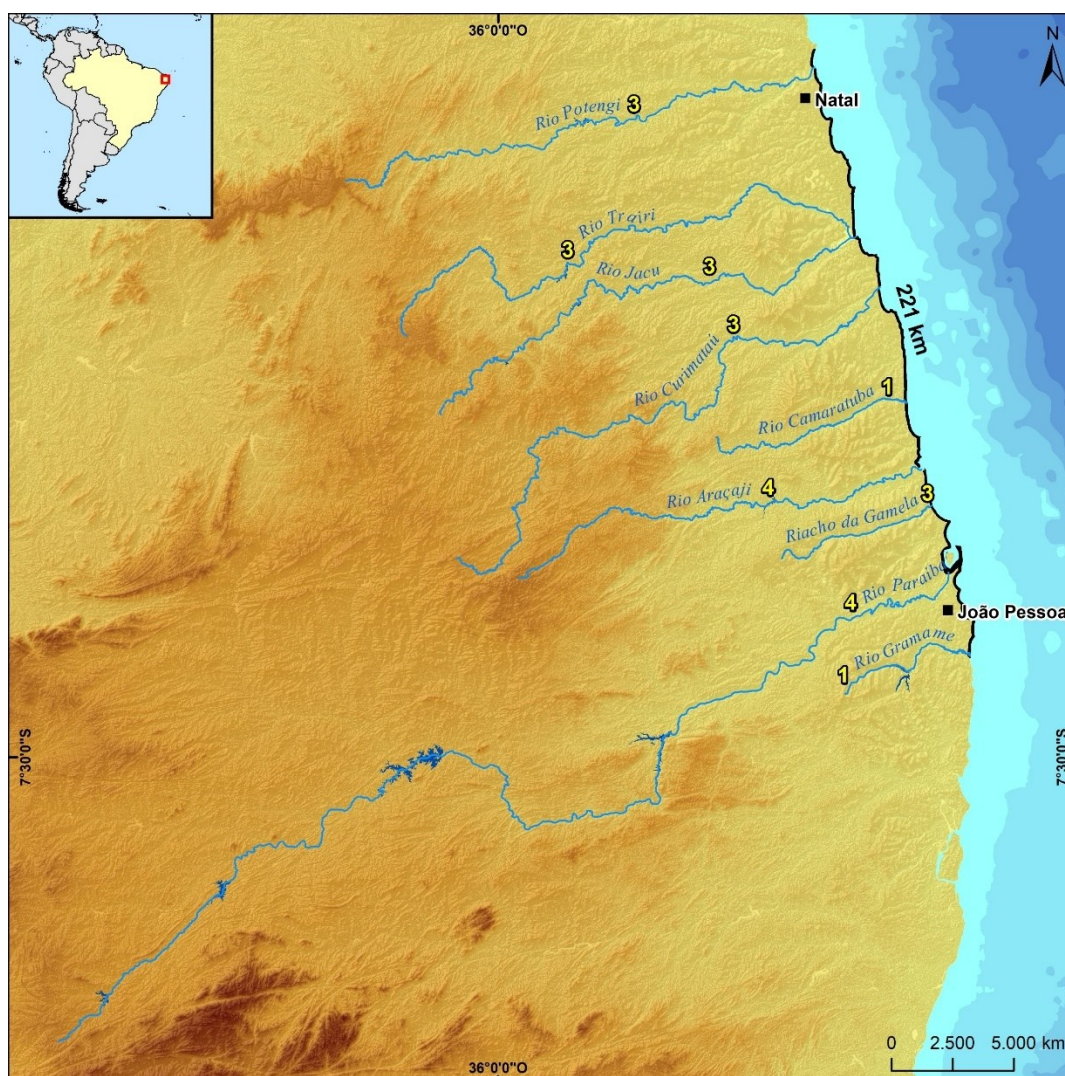
A análise temporal ocorreu por meio da consulta ao banco de imagens do Google Earth Pro, em virtude da disponibilização de imagens históricas. Esse banco apresenta imagens de alta resolução de diferentes sensores/satélites, formando o mosaico de imagens acessado por meio do *software*. Considerando a extensão da área de análise, bem como por se tratar de uma região com alta nebulosidade durante todo o ano, não foi possível obter imagens do mesmo ano para toda a área.

Desse modo, a depender da demanda, visando sanar dúvidas ou obter maior rigor na identificação e delimitação dos trechos em erosão, consultou-se imagens de diferentes datas. Foi padronizado que as imagens mais antigas que serviriam de base seriam dos anos 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005. Em relação às imagens atuais, utilizadas para definir se havia ocorrido o recuo da linha de costa, consideraram-se os anos de 2022, 2023, 2024 e 2025. Em casos pontuais, como de erosão em áreas urbanas, foram analisadas imagens de diferentes anos, além dos intervalos indicados, para verificar a evolução da erosão e a dimensão dos impactos causados, como remoção de habitações, destruição de estruturas de enrijecimento, linha de vegetação nativa ou de plantações, cicatrizes ou recuo de falésias.

#### 4. RESULTADOS

As soluções para os problemas enfrentados no litoral, notadamente decorrentes da erosão costeira, demandam uma análise geossistêmica, compreendendo análises geomorfológicas espacialmente mais abrangentes. Fato que os instrumentos clássicos de planejamento e gestão da orla, não têm conseguido materializar em ações concretas. As que produzem soluções que sejam eficientes de ao longo do tempo. Por exemplo, Planos de Gestão Integradas de Orlas (PGIs), fornecem poucos resultados se a origem dos problemas estiver em uma área fora da abrangência do(s) município(s) que pactua(m) e executa o plano.

É necessário considerar que a falta de sedimento nas praias é decorrente de fatores variados, como, por exemplo, a extração de areia nos leitos de rios para uso na indústria da construção civil. A areia é o segundo elemento natural mais utilizado do mundo (UNEP, 2023). O segmento de litoral entre os estuários dos rios Gramame (PB) e Potengi (RN) é drenado por nove bacias hidrográficas: Riacho da Gamela, Rio Araçaji, Rio Camaratuba, Rio Curimataú, Rio Gramame, Rio Jacu, Rio Paraíba, Rio Potengi e Rio Trairi, totalizando uma área de drenagem de 39.433 km<sup>2</sup>. (Figura 04).



**Figura 04** – Mapa com os principais canais de drenagem que desaguam na área de análise, com indicação do número de barramentos em cada drenagem.

**Fonte:** Autor.

Ao todo, foram identificados 25 barramentos nos cursos principais dessas bacias, estando especialmente concentrados nas porções de alto e médio curso das bacias. Esses barramentos ampliam a desconectividade da paisagem, retendo uma parte significativa dos sedimentos que chegariam à linha de costa.

A região apresenta desconectividade sedimentológica natural entre o alto, médio e baixo curso das bacias de drenagem. Os sedimentos são movimentados ao longo dos compartimentos de relevo em diferentes intervalos de tempo, condição associada ao clima semiárido, predominante em 92% da área. Esse clima condiciona um regime hidrológico no qual as cheias não ocorrem regularmente com periodicidade anual, podendo apresentar intervalos de 2 a 8 anos sem fluxo de água, o que implica a interrupção do transporte de sedimentos ao longo dos canais (Amorim, 2015).

Ampliando a desconectividade, nos baixos cursos dos rios, estão instaladas dragas para extração de areia, as quais são utilizadas na construção civil (Figura 05). A mineração da areia que está depositada no último compartimento de relevo, antes da chegada à praia, produz alterações morfohidrográficas nos rios e impede que os sedimentos cheguem às praias.



**Figura 05** – Draga utilizada para extração de areia, instalada no baixo curso do Rio Potengi.

**Fonte:** Joelson Lima e Silva (2025).

O terceiro elemento gerador de desconectividade da paisagem, e que resulta na erosão costeira, é a urbanização da orla. As modificações geradas pela construção de ruas, calçadas, restaurantes e outros equipamentos nas orlas urbanizadas, impedem que os sedimentos de pós-praia integrem a dinâmica anual do balanço sedimentar. Praias com

menores quantidades de areia geram um déficit que reduz o perfil praial, aumentando o poder erosivo durante as maiores marés.

Na área de análise, 96,84 km da linha de costa estão urbanizados, representando 43,8% da extensão (Figura 06). O maior segmento urbanizado de forma contínua abrange os municípios de João Pessoa e Lucena na Paraíba, com 27.450 metros.



Figura 05 – Mapa dos segmentos da linha de costa urbanizados.

Fonte: Autor.

Na região, o principal fator para urbanização da orla na área é o turismo e o veraneio de sol e praia, especialmente nas regiões metropolitanas de João Pessoa e Natal e nos trechos de orlas com praias abrigadas, como nas enseadas delimitadas por promontórios.

O veraneio de sol e praia intensifica e direciona o uso e ocupação do solo urbano para a linha de costa, sendo o resultado dessa transformação o aumento da erosão costeira (Silva, 2022).

O avanço da urbanização na orla produz, na maioria das vezes, o enrijecimento da linha de costa, que é executado sem considerar a morfodinâmica praias, condição que amplia a ação erosiva. Foram mapeados 84 segmentos, totalizando 11 km de extensão enrijecidos, o que representa 4,9% da linha de costa, na área de análise (Figura 06).

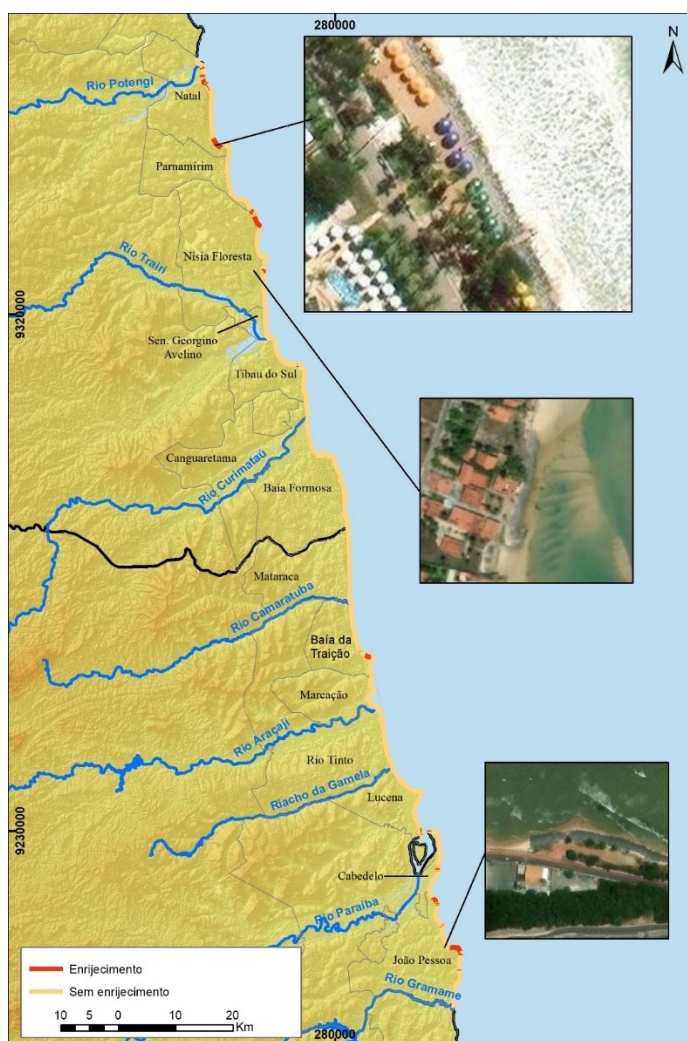
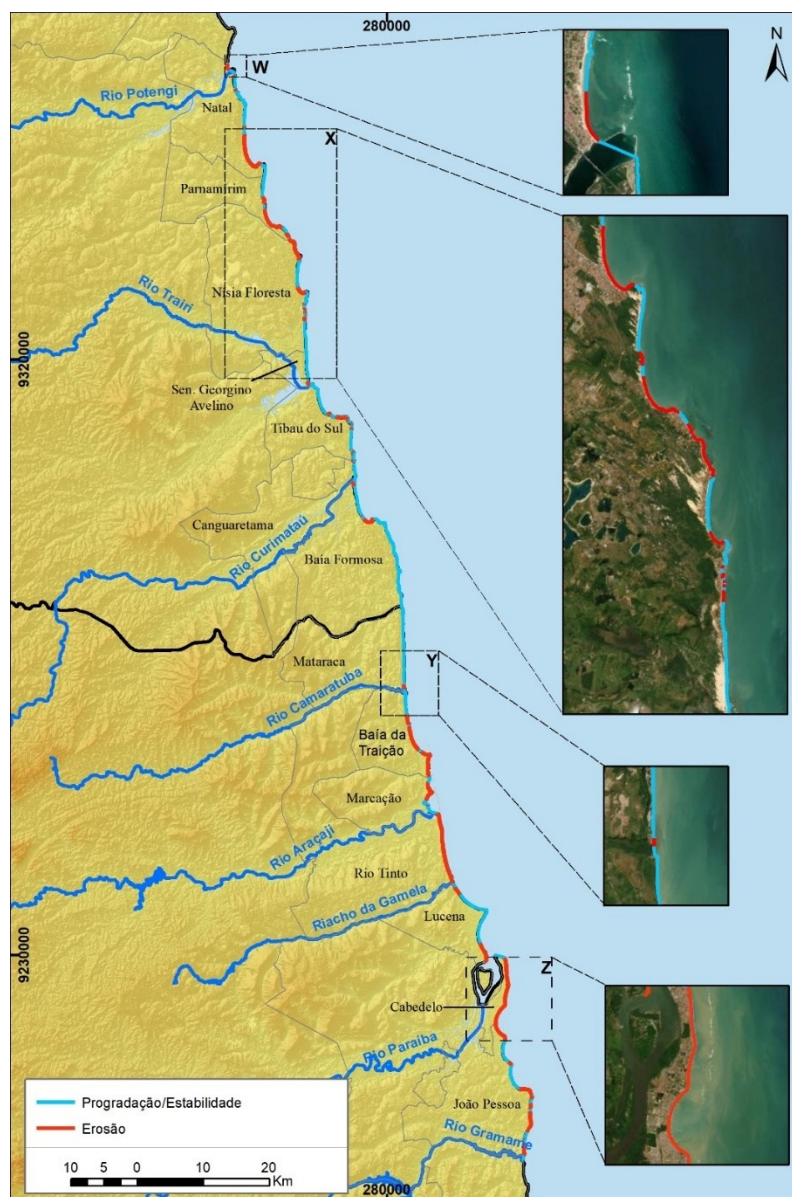


Figura 06 – Mapa dos segmentos enrijecidos.

Fonte: Autor.

O resultado da tese aqui proposta, de que a desconectividade da paisagem produz erosão costeira, pode explicar em parte o contexto dos segmentos com padrão erosivo entre Natal e João Pessoa. Dos 221 km de litoral, 83,08 km de extensão apresentam padrão erosivo (Figura 07). Ou seja, 37,6% da linha de costa está com erosão, considerando o intervalo de tempo entre os anos de 2001-2005 e 2022-2025. No restante da extensão,

62,4% não apresentou um padrão de progradação significativo, ou seja, verificou-se especialmente uma condição de estabilidade da linha de costa.



**Figura 06** – Mapa dos segmentos com erosão (em vermelho) e progradação/estabilidade (em azul).

**Fonte:** Autor.

É importante ressaltar que os fatores apresentados não explicam, sozinhos, o contexto da erosão costeira na área analisada. Torna-se necessário observar o contexto das mudanças climáticas e da elevação do nível do mar, que alteram padrões hidrodinâmicos na linha de costa, tendo como resultado o reafeiçoamento geomorfológico. Além disso, a compreensão do balanço sedimentar abrangendo a linha de costa e os depósitos marinhos na plataforma pode contribuir para o manejo eficaz e a redução de riscos de erosão costeira (Wang e Beck, 2022).

O reafeiçoamento da linha de costa como resultado da desconectividade da paisagem demonstra que a compreensão da erosão costeira, bem como as soluções para enfrentamento do problema, demandam uma avaliação geomorfológica ampla e em múltiplas escalas. Por exemplo, pequenas feições do relevo litorâneo, como uma berma, apresentam grande importância para orlas turísticas, uma vez que sua perda pode representar impactos significativos aos usos de lazer e turismo.

O processo de urbanização, enrijecimento e erosão em áreas costeiras tem impactado, sobremaneira, costas com falésias, gerando tipologias de risco, especialmente em áreas com grande atividade turística (Amorim; Medeiros, 2024). Logo, é necessário compreender a dinâmica sob a perspectiva dos impactos sociais e paisagísticos.

Nesse sentido, as ações de contenção que visam interromper a dinâmica costeira com a construção de obras rígidas (solução na engenharia), devem dar espaço a soluções que priorizem o planejamento territorial e a integração com os processos naturais. A delimitação de zonas de risco à erosão, o recuo de infraestruturas (estradas, casas e outras edificações), a criação de uma zona de amortecimento verde entre o mar e a cidade, além de soluções de recuperação ou restauração de ecossistemas como dunas, restingas, manguezais e praias (alimentação artificial), são exemplos de ações possíveis.

Por fim, é necessário considerar aspectos epistemológicos e ontológicos da Geomorfologia Costeira, desenvolvendo pesquisas aplicadas que congreguem abordagens teóricas com resolução de problemas atuais, para viabilizar novas abordagens no planejamento e gestão da região costeira. A adaptação da zona costeira aos efeitos da erosão, dentro do cenário de mudanças climáticas, demanda aprender a conviver com a erosão, uma vez que não é possível combatê-la.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, R. F. **Integração entre dinâmicas geomorfológicas multitemporais no planalto da Borborema, semiárido do NE do Brasil**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

AMORIM, R. F.; MADEIROS, H. M. Erosão e risco em falésias costeiras: assinatura geomorfológica do Antropoceno. In: CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R.; CAVALCANTI, L. C. D. (Orgs.). **Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no Nordeste brasileiro**. Ananindeua: Itacaúnas, 2014. p. 175-186.

DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. 442p.

JOHNSON, D. W. **Shore Processes and Shoreline Development**. New York: John Wiley & Sons, 1919. 584p.

MUEHE, D. A zona costeira do Brasil e sua vulnerabilidade face à ocupação e às mudanças climáticas. In: MENDONÇA, F.; LOWEN-SAHR, C.L.; SILVA, M. (Orgs.). **Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: ADEMADAN, 2009, p. 425-439.

Silva, R. C. Nós vamos invadir sua praia: sobre a relação entre urbanização, turismo e erosão costeira no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, n. 8, n. 12, p. 78243-78276, 2022.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **The problem with our dwindling sand reserves**. 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/problem-our-dwindling-sand-reserves>. Acesso em: 25 ago. 2025.

WANG P, BECK T. M. Beach–Inlet Interaction and Sediment Management. In: WANG, P.; BECK, T. M. **Beach-Inlet Interaction and Sediment Management**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.