

## ANÁLISE DA DINÂMICA DAS MUDANÇAS DA LINHA DE COSTA E DA HIDRODINÂMICA MARINHA NA BARRA DE MAMANGUAPE, PARAÍBA

*Marquilene da Silva Santos Lucena<sup>1</sup>; Maria Cecilia Silva Souza<sup>2</sup>; Celso Augusto Guimarães Santos<sup>3,4</sup> & Richarde Marques da Silva<sup>5</sup>*

**Abstract:** Coastal landscape changes, driven by both natural and anthropogenic factors, increase the vulnerability of coastal environments, affecting beach morphology, natural habitats, and tourism-related socioeconomic activities. This case study investigates the wave climate and shoreline dynamics at Barra de Mamanguape, Paraíba, aiming to elucidate the interactions between wave action and coastal process to support sustainable management. The methodology integrated wave climate analysis using the Coastal Modeling System (SMC-Brasil) and shoreline mapping via the Coast Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE). A total of 42 Sentinel-2 images from 2016 to 2024 were used to assess shoreline variations. Statistical wave analysis in intermediate waters revealed a predominance of east/southeast wave directions, with significant wave heights ranging from 0.5 m to 2.0 m during storm events and peak periods between 4 and 10 seconds. CASSIE analysis identified critical erosive processes along nearly the entire study area, indicating a trend of shoreline retreat. These findings are essential for understanding coastal dynamics, evaluating erosive impacts, and guiding planning efforts in navigation, coastal engineering, and environmental management. The study highlights the importance of continuous monitoring to mitigate coastal changes and foster conservation and sustainable use of coastal resources at Barra de Mamanguape.

**Keywords:** Wave Climate, Shoreline Change, Coastal Erosion.

**Resumo:** As alterações na paisagem costeira, impulsionadas por fatores naturais e antrópicos, aumentam a vulnerabilidade dos ambientes litorâneos, afetando a morfologia das praias, os habitats naturais e as atividades socioeconômicas relacionadas ao turismo. Este estudo de caso investiga o clima de ondas e a dinâmica da linha de costa na Barra de Mamanguape, Paraíba, com o objetivo de compreender as interações entre a ação das ondas e os processos costeiros, subsidiando a gestão sustentável da região. A metodologia envolveu a análise do clima de ondas por meio do Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil) e o mapeamento da linha de costa utilizando o sistema *Coast Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE). Foram analisadas 42 imagens Sentinel-2, referentes ao período de 2016 a 2024, para avaliar as variações da linha de costa. A análise estatística das ondas em águas intermediárias revelou predominância de ondas provenientes do leste/sudeste, com alturas significativas variando entre 0,5 m e 2,0 m durante eventos de tempestade e períodos de pico entre 4 e 10 segundos. A aplicação do CASSIE identificou processos erosivos críticos em quase toda a área de estudo, indicando tendência de recuo da linha de costa. Esses resultados são fundamentais para a compreensão da dinâmica litorânea, avaliação de impactos erosivos e orientação do planejamento em navegação, engenharia costeira e gestão ambiental. O estudo ressalta a importância do monitoramento contínuo como medida para mitigar as mudanças costeiras e promover a conservação e o uso sustentável dos recursos litorâneos da Barra de Mamanguape.

**Palavras-chave:** Clima de Ondas, Linha de Costa, Erosão Costeira.

1) Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), Universidade Federal da Paraíba - UFPB, marquilene.santos@ifrn.edu.br;

2) Pós-Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), Universidade Federal da Paraíba – UFPB, ceciliasilvagat@gmail.com;

3) Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, celso@ct.ufpb.br;

4) Professor Visitante da Stokes School of Marine and Environmental Sciences, University of South Alabama, santos@southalabama.edu;

5) Professor do Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, richarde@geociencias.ufpb.br

## INTRODUÇÃO

A zona costeira é a região que concentra a maior parte da população brasileira. Trata-se de uma das áreas mais afetadas pelas mudanças climáticas globais, as quais vêm alterando significativamente a dinâmica marinha e a linha de costa (Massei *et al.*, 2023b). Compreender as dinâmicas e os desafios enfrentados pelas áreas costeiras brasileiras é, portanto, fundamental para promover o desenvolvimento sustentável, preservar esse patrimônio natural e econômico e garantir uma gestão eficaz das bacias hidrográficas litorâneas (Rocha *et al.*, 2024).

A dinâmica das mudanças da linha de costa está diretamente relacionada à hidrodinâmica marinha, a qual abrange processos como correntes, marés, ondas e transporte de sedimentos. Esses processos físicos influenciam diretamente a erosão e a deposição ao longo do litoral, resultando em avanços ou recuos da linha costeira. Alterações nesses processos, provocadas por eventos naturais ou por ações antrópicas, podem acelerar o recuo costeiro e comprometer ecossistemas sensíveis. A compreensão dessa relação é essencial para o planejamento costeiro e para a implementação de estratégias de gestão capazes de reduzir riscos, preservar habitats e garantir a resiliência das áreas litorâneas frente às mudanças climáticas.

Destaca-se, ainda, a importância de se compreender as transformações da paisagem costeira, uma vez que essas, influenciadas por fatores naturais e antrópicos, ampliam a vulnerabilidade dos ambientes costeiros. Tais mudanças podem provocar impactos na estrutura das praias, nos habitats naturais e nas atividades turísticas e socioeconômicas (Souza *et al.*, 2023), como é o caso da Barra de Mamanguape.

A Barra de Mamanguape, situada no litoral norte da Paraíba, constitui uma área de relevante importância ecológica e ambiental. Inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, a região abriga ecossistemas costeiros sensíveis, como manguezais, restingas e recifes de coral, os quais desempenham papéis fundamentais na manutenção da biodiversidade local (Massei *et al.*, 2023b). A área também abriga um dos últimos refúgios do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), espécie ameaçada de extinção, cuja preservação depende diretamente da integridade ambiental da região. Além disso, a Barra de Mamanguape funciona como zona de berçário para diversas espécies marinhas, contribuindo para a estabilidade climática local e atuando como barreira natural contra eventos extremos, como a erosão costeira. A preservação desse território é, portanto, essencial não apenas para a conservação da fauna e flora, mas também para o equilíbrio ecológico e o bem-estar das comunidades tradicionais que dependem, de forma sustentável, dos recursos naturais ali existentes.

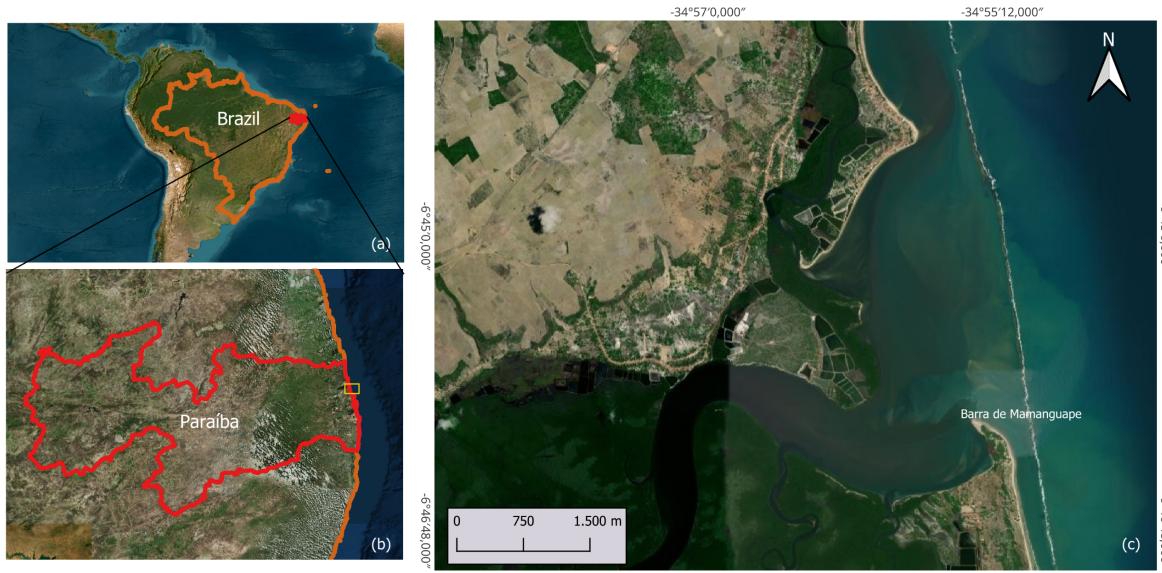
Segundo Calliari *et al.* (2010), os processos associados à hidrodinâmica, à geomorfologia e à movimentação de sedimentos representam perigos naturais no litoral, os quais se tornam riscos efetivos na presença de áreas urbanizadas. Esses riscos incluem a intensificação da erosão costeira, alterações ambientais e até mesmo acidentes com consequências graves, incluindo fatalidades entre usuários da zona costeira. Assim, torna-se essencial o conhecimento aprofundado desses processos, bem como a elaboração de modelos preditivos capazes de estimar os impactos ao longo da linha de costa.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre o clima de ondas na Barra de Mamanguape, com o objetivo de compreender as interações entre a ação das ondas e os processos de modelagem costeira. A área, caracterizada por uma interface complexa entre o estuário do rio Mamanguape e o mar, desperta interesse científico pela presença de paredões rochosos ao longo da linha costeira e pela biodiversidade associada. O estudo busca elucidar os processos dinâmicos que moldam essa região, contribuindo para a gestão sustentável dos ecossistemas costeiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde à Praia da Barra de Mamanguape, situada no litoral norte do estado da Paraíba, no município de Rio Tinto (Figura 1). A morfologia local é composta por dois domínios geomorfológicos distintos: os Baixos Planaltos Costeiros e a Baixada Litorânea. Os Baixos Planaltos Costeiros, também denominados Tabuleiros Costeiros, são formados por sedimentos da Formação Barreiras e caracterizam-se por superfícies aplainadas, suavemente inclinadas em direção ao mar, interrompidas abruptamente, a leste, por falésias marinhas. Já a Baixada Litorânea corresponde a terrenos planos de baixa altitude, constituídos por sedimentos quaternários.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

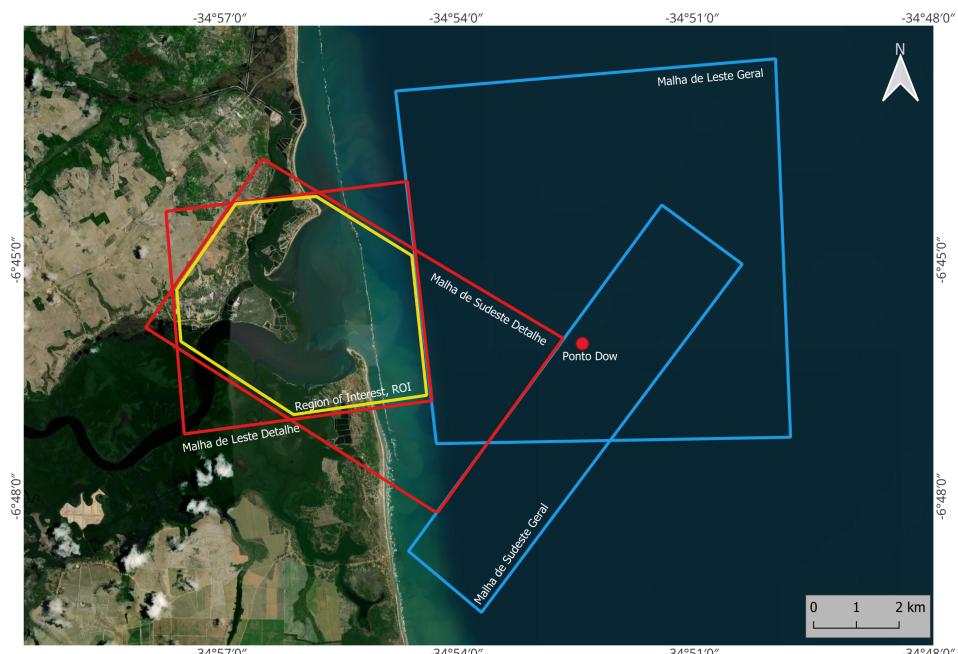
### Modelagem Hidrodinâmica

Para a análise do clima de ondas na Barra de Mamanguape, foi utilizado o Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil) (IH-CANTABRIA, 2013). Esse sistema integra dados de batimetria, digitalizados a partir de cartas náuticas do litoral brasileiro, com dados de dinâmica marinha obtidos por reanálise. Além disso, o modelo numérico e as ferramentas estatísticas incorporadas ao SMC-Brasil permitem a aplicação de metodologias específicas em estudos de engenharia costeira no Brasil (González, 2018). Foi selecionado um ponto DOW (*Downscaled Ocean Waves*), que corresponde a um conjunto de dados representativos das ondas. A partir desse ponto, foi possível reconstituir séries completas de estados de mar (condições médias "estacionárias" das ondas em intervalos de 1 hora, por exemplo) para áreas próximas à costa (BRASIL, 2018a). A modelagem hidrodinâmica foi realizada a partir dos dados do modelo GOW para o ponto de coordenadas  $-6,80^{\circ}$  S e  $-34,90^{\circ}$  W. A análise do clima de ondas considerou uma profundidade de aproximadamente 13,3 metros e cobriu o período entre 1948 e 2008, permitindo a propagação das ondas até a zona costeira.

A Figura 2 apresenta as malhas de cálculo criadas para a propagação das ondas. Devido à existência de ondas provenientes de diferentes direções, foram utilizadas malhas com orientações distintas, sendo a predominância observada nas direções leste e sudeste. As malhas foram definidas no módulo Ameva, evidenciando maior concentração de ondas oriundas de leste/sudeste. Após a criação das malhas, foi necessário selecionar um novo ponto DOW representativo, com localização compatível com ambas as malhas. Neste estudo, o ponto escolhido localiza-se a 13,3 m de profundidade, nas coordenadas de latitude  $-6,8^{\circ}$  S e longitude  $-34,9^{\circ}$  W, inserido na zona UTM 25S.

Para selecionar os casos mais representativos de propagação, utilizou-se o algoritmo MaxDiss (*Maximum Dissimilarity*), que visa reduzir o esforço computacional ao filtrar os estados de mar mais significativos, assegurando representatividade da variabilidade das condições oceânicas. A batimetria empregada foi construída a partir de cartas náuticas disponíveis na base de dados do SMC-Brasil. Para cada trecho da praia da Barra de Mamanguape, foram selecionados 100 casos de ondas, considerando dois estados de maré (maré baixa e preamar). Com base nas simulações e nas séries temporais de marés, foi possível reconstruir as características das ondas para quaisquer pontos inseridos na malha de propagação. Os casos representativos foram escolhidos com o auxílio da ferramenta IH-AMEVA. As simulações consideraram o nível médio do mar.

Figura 2 – Localização das malhas usadas na propagação das ondas na área de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

A propagação da série temporal do ponto DOW foi realizada com o modelo OLUCA-SP, componente do SMC-Brasil. Trata-se de um modelo espectral não dispersivo, que resolve a fase e considera refração, difração, interação onda-corrente e perdas de energia por quebra. Foram simuladas as correntes e sua magnitude para um caso representativo, com espectro direcional centrado em  $-11,414^\circ$  (SE) e altura significativa de onda ( $H_s$ ) de 2,895 m, caracterizando condições moderadas de energia. Os parâmetros de simulação incluíram rugosidade de Nikuradse ( $K_s = 1$  m) e viscosidade turbulenta ( $v = 10$  m<sup>2</sup>/s).

## Determinação das mudanças da linha de costa

A análise da linha de costa foi realizada por meio do módulo *Shore Analyst*, integrante da plataforma *Coast Analyst System from Space Imagery Engine* (CASSIE). Esta é uma plataforma colaborativa baseada na web, voltada para soluções de observação e previsão geoespacial aplicadas ao monitoramento, mitigação e adaptação da zona costeira frente às mudanças climáticas. A análise abrangeu o período de 2016 a 2024, com base em 42 imagens do satélite Sentinel-2. Para a classificação da variação da linha de costa, foram utilizadas as categorias propostas por Esteves e

Finkl (1998), com base no *Linear Regression Rate* (LRR). As classes consideradas foram: acreção, estável, erodida e criticamente erodida, permitindo quantificar as tendências espaciais de avanço ou recuo da linha de costa ao longo do período analisado.

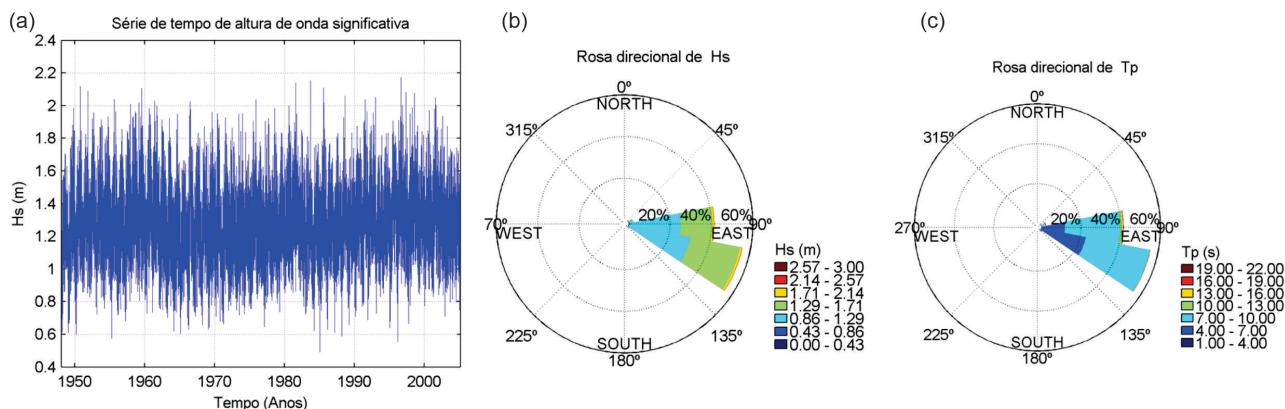
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise da variabilidade do clima de ondas

A Figura 3a apresenta a série temporal da altura significativa das ondas ( $H_s$ ) e a rosa direcional correspondente, referente ao período de 1948 a 2008, para o ponto DOW selecionado. Os resultados indicam que a área analisada apresenta valores médios de  $H_s$  entre 0,5 e 2,0 m, com altura máxima registrada de 2,14 m. Nota-se uma maior concentração de  $H_s$  nos intervalos de 0,86–1,29 m e 1,29–1,75 m, associados principalmente às direções leste (E) e sudeste (SE), sugerindo que essas direções dominam o regime de ondas na região. Tal padrão pode estar relacionado à influência de ventos predominantes e das correntes marinhas locais.

As Figuras 3b–c mostram as rosas direcionais do período de pico das ondas ( $T_p$ ) para o mesmo intervalo temporal. Os valores de  $T_p$  variam entre 4 e 10 segundos, com ocorrência máxima de até 19 s. A distribuição dos valores de  $T_p$ , em associação com as direções de incidência, segue tendência semelhante à observada para  $H_s$ , concentrando-se nos intervalos de 4–7 s e 7–10 s, predominantemente para as direções leste e sudeste. A análise conjunta de  $H_s$  e  $T_p$  indica predominância de ondas de média altura e baixa energia, sugerindo um ambiente marinho relativamente calmo. Essa condição pode estar associada à distância das áreas geradoras de ondas (fetch) e à atuação dos regimes de ventos locais, conforme apontado por Quetzalcóatl *et al.* (2019). Adicionalmente, a morfologia costeira, a presença de recifes e bancos de areia, bem como a topografia submarina, atuam como elementos dissipadores da energia das ondas, contribuindo para a manutenção de um regime hidrodinâmico de baixa energia. Tais características favorecem a estabilidade da linha de costa em determinados trechos e influenciam diretamente o transporte sedimentar, a dinâmica dos ecossistemas costeiros e o planejamento de estruturas de proteção costeira.

Figura 3 - Série temporal de  $H_s$  e rosa direcional de  $T_p$  no ponto DOW selecionado da área de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

A Tabela 1 apresenta a distribuição conjunta da probabilidade (%) entre  $H_s$  e  $T_p$  simulados para o ponto DOW, utilizando o SMC-Brasil. Os resultados demonstram que as ondas predominantes na região incidem entre as direções leste e sudeste. A maioria dos eventos (92,60%) ocorre com  $T_p$  entre 5–9 s e  $H_s$  entre 1,0–1,5 m (74,06%), seguido por 1,5–2,0 m (9,58%). Ondas com  $H_s$  inferiores

a 0,5 m ou superiores a 2,5 m são inexistentes no registro (0,00%). Eventos com Tp entre 9–13 s representam 5,71% dos casos, com Hs de 1,0–1,5 m em 3,66% das ocorrências. Condições extremas, como Tp > 13 s ou Hs > 2,0 m, são raras e somam menos de 0,64%.

Tabela 1 – Distribuição conjunta de Hs e Tp para o ponto DOW (1948–2008).

Tp (s)	Hs (m)						Total acumulado (%)
	0 – 0,5	0,5 – 1	1 – 1,5	1,5 – 2,0	2 – 2,5	2,5 – 3	
1 – 5	0,00	0,28	0,62	0,01	0,00	0,00	<b>0,90</b>
5 – 9	0,00	8,95	74,06	9,58	0,01	0,00	<b>92,60</b>
9 – 13	0,00	0,44	3,66	1,58	0,03	0,00	<b>5,71</b>
13 – 17	0,00	0,05	0,48	0,11	0,00	0,00	<b>0,64</b>
17 – 21	0,00	0,01	0,09	0,05	0,00	0,00	<b>0,15</b>
<b>Total acumulado (%)</b>	<b>0,00</b>	<b>9,71</b>	<b>78,91</b>	<b>11,34</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	–

### Análise sazonal da direção e altura das ondas

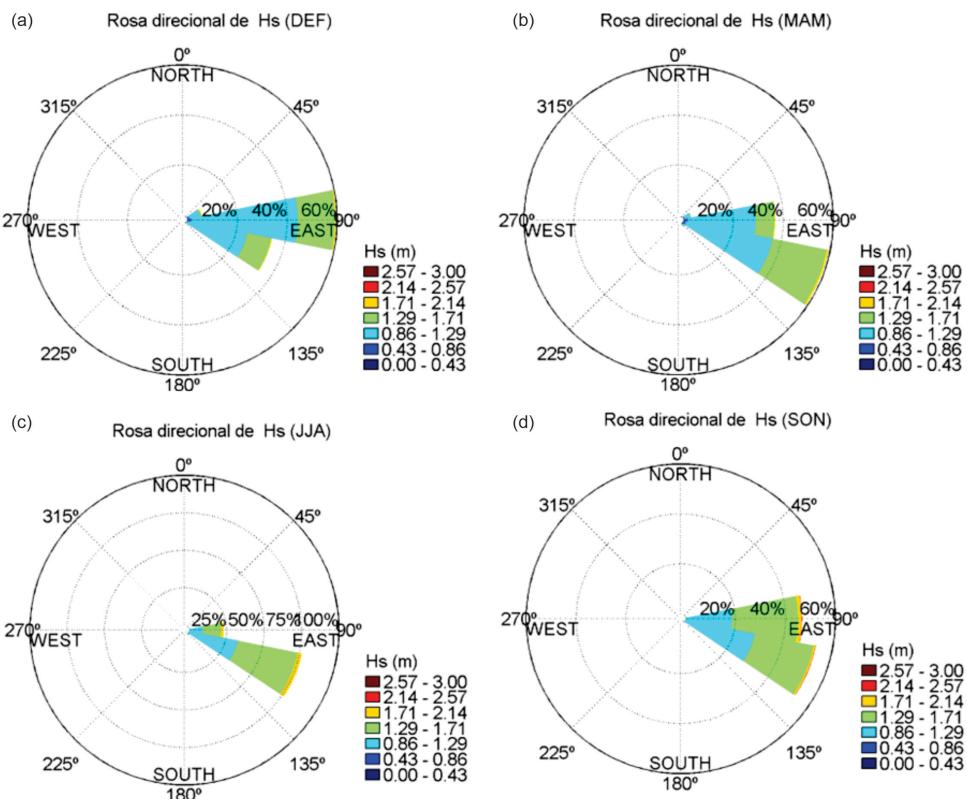
As Figuras 4a–d ilustram as rosas direcionais sazonais para o ponto DOW selecionado, representando as quatro estações do ano: DEF (dezembro, janeiro e fevereiro), MAM (março, abril e maio), JJA (junho, julho e agosto) e SON (setembro, outubro e novembro). Em todas as estações, observa-se que as ondulações predominantes são oriundas das direções leste (E) e sudeste (SE). As rosas mostram a distribuição direcional de Hs em faixas que variam de 0,00–0,43 m até 2,57–3,00 m.

A análise sazonal indica maior frequência de ondas de média altura (0,86–1,71 m) ao longo do ano, com ligeiro aumento na ocorrência de ondas mais elevadas (até 2,14 m) durante o inverno austral (JJA) e a primavera austral (SON), atingindo, neste último, valores superiores a 2,14 m. Esta variabilidade sazonal reflete a influência dos regimes climáticos e padrões de vento oceânico da região. Estudos dessa natureza são fundamentais para a identificação de tendências no clima de ondas, avaliação dos impactos na linha de costa e apoio à gestão costeira, especialmente no que se refere ao planejamento de obras marítimas, proteção de ecossistemas vulneráveis e avaliação de riscos ambientais e socioeconômicos associados às mudanças climáticas.

### Propagação de ondas para águas rasas

A Figura 5 apresenta os resultados da propagação das ondas utilizando o modelo OLUCA-SP, componente do SMC-Brasil, para a simulação das condições mais representativas da área de estudo, com ênfase nas correntes e suas magnitudes. A escala de cores, localizada à direita da figura, indica a magnitude das correntes, variando de 0 (azul claro) a 0,2 m/s (vermelho). As maiores intensidades estão concentradas nas proximidades da linha de costa. As setas sobrepostas indicam a direção das correntes, sendo seu tamanho proporcional à intensidade, o que permite identificar os padrões de circulação local.

Figura 4 – Rosas direcionais sazonais de altura significativa das ondas (Hs) no ponto DOW selecionado na área de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

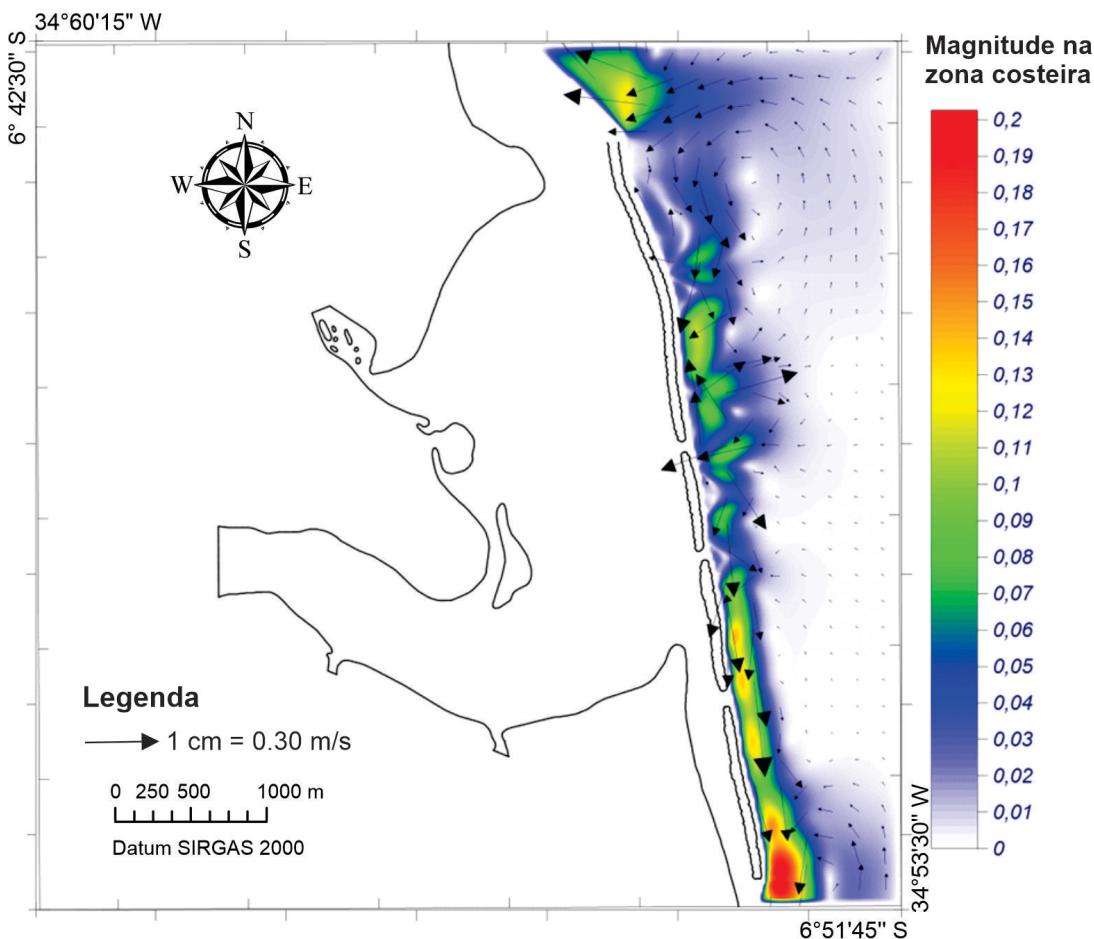
Na faixa litorânea da Barra de Mamanguape, todos os casos simulados apontam para a predominância de correntes longitudinais de maior magnitude nas proximidades da linha de recifes costeiros, com mudança de direção predominante de sul–norte para norte–sul. Essa inversão é provocada pelo confronto das correntes com a barreira recifal localizada em frente à praia. Além disso, a presença da desembocadura do rio Mamanguape aumenta a complexidade hidrodinâmica local. Correntes de menor magnitude, por sua vez, apresentam direções distintas das de maior intensidade, o que pode ser explicado pela interação com o fluxo fluvial. Outro aspecto relevante é o padrão de correntes divergentes observado na região central, fluindo predominantemente de sul para norte. Na porção sul da área de estudo, identificam-se correntes com direção leste–oeste, retornando ao padrão sul–norte apenas no extremo sul, próximo à costa.

As áreas adjacentes à linha de recifes concentram maior energia de ondas. Nessas zonas, predominam correntes divergentes com direção para o sul, possivelmente influenciadas pela descarga fluvial do rio Mamanguape. No extremo sul da área de estudo, observa-se um aumento na magnitude das ondas, atingindo valores de até 0,2 m/s. Esse incremento pode estar relacionado ao término do cordão recifal que protege a costa, modificando a interação entre as ondas e o fundo marinho. Antes protegidas pelos recifes, as ondas perdem energia abruptamente a cerca de 300 metros da costa; com o fim da barreira, sua dissipação ocorre de forma mais gradual.

A Figura 5 evidencia, ainda, que as áreas em vermelho indicam zonas de maior energia associadas às correntes, influenciadas por fatores como relevo submarino, marés e interações entre ventos e ondas (Souza, 2023). Por outro lado, as áreas em azul claro, mais afastadas da costa, indicam regiões de menor intensidade de corrente e, consequentemente, menor transporte hidrodinâmico.

Essas informações são essenciais para o entendimento da dinâmica costeira, o gerenciamento de sedimentos e o planejamento de atividades marítimas e costeiras.

Figura 5 - Propagação de onda característica da zona de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

### Análise da linha de costa

A Figura 6 apresenta a análise das mudanças da linha de costa na Barra de Mamanguape entre os anos de 2016 e 2024. A partir da aplicação do método proposto por Esteves e Finkl (1998), foram identificados os níveis de erosão em diferentes transectos, classificados em quatro categorias: acreção, estável, erodida e criticamente erodida. Os resultados indicam um processo intenso de erosão ao longo da maior parte da área analisada. Observa-se uma sequência crítica de atividade erosiva que abrange praticamente toda a extensão da praia. Somente na porção norte, próxima à desembocadura do rio Mamanguape, verifica-se uma área de acreção, atribuída ao aporte sedimentar fluvial e à proteção conferida pela barreira de recifes.

Apesar da presença de recifes ao longo da frente costeira da Barra de Mamanguape, todo o trecho é classificado como criticamente erosivo. Tal condição é justificada pela presença de falésias vivas, que caracterizam um ambiente de instabilidade geológica acentuada. Na porção sul, há um transecto classificado como estável, seguido por outros com características erosivas. Essa variação está relacionada à morfologia local da costa, que tende a oferecer maior proteção em determinados segmentos, embora continue sujeita a processos erosivos. Essas observações reforçam a importância

de políticas de monitoramento contínuo e de estratégias de gestão costeira que considerem os diferentes níveis de vulnerabilidade observados ao longo da linha de costa da Barra de Mamanguape..

Figura 6 – Análise das mudanças da linha de costa para a Barra de Mamanguape



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a dinâmica das mudanças da linha de costa e da hidrodinâmica marinha na Barra de Mamanguape, localizada no Estado da Paraíba, por meio da aplicação integrada do modelo hidrodinâmico SMC-Brasil e da plataforma de análise CASSIE. A base de dados de ondas do SMC-Brasil revelou-se de grande relevância para a identificação das principais características do clima de ondas, permitindo avaliar os potenciais impactos da dinâmica marítima na erosão costeira da região.

Os resultados obtidos, a partir da análise da variabilidade do clima de ondas em águas intermediárias, indicam que as ondulações que atingem a costa da Barra de Mamanguape são predominantemente provenientes das direções sul e sudeste. A análise do comportamento das correntes evidencia que as maiores intensidades se concentram próximas à linha dos recifes de corais. Ao correlacionar esses dados com os resultados obtidos por meio da plataforma CASSIE, verificou-se que, mesmo com a presença de ambientes recifais, a área apresenta predominância de características erosivas, associadas à presença de falésias ativas.

Com base nos resultados simulados, conclui-se que a metodologia adotada constitui uma ferramenta eficaz para a compreensão dos processos hidrodinâmicos e morfodinâmicos na zona costeira da Barra de Mamanguape. A integração dos dados de análise da linha de costa com o CASSIE e das simulações hidrodinâmicas do SMC-Brasil demonstrou elevado potencial para subsidiar ações de monitoramento, mitigação e adaptação da zona costeira frente às mudanças climáticas, bem como aos impactos ambientais e socioeconômicos, sejam eles de origem antrópica ou natural.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2018). “*Sistema de Modelagem Costeira, SMC-Brasil: Documento Temático – Ondas*”. Brasília: MMA, 126p.
- CALLIARI, L.J.; GUEDES, R.M.C.; LÉLIS, R.F.; ANTIQUEIRA, J.A.; FIGUEIREDO, S. A. (2010). “*Perigos e riscos associados a processos costeiros no Litoral Sul do Brasil (RS): Uma síntese*”. Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia Aquática, 14 (1), pp. 51-63.
- ESTEVES, L. S.; FINKL, C. W. (1998). “*The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches*”. Journal of Coastal Research, v. 26, p.11–18.
- GONZÁLEZ, M.; NICOLLODI, J. L.; GUTIÉRREZ, O. Q.; CÁNOVAS, V.; ESPEJO, A.; (2018). “*Processos costeiros brasileiros: Ventos, clima de ondas e nível do mar com base em reanálises de dados*”. In Sistema de modelagem costeira do Brasil: estudos de caso. Org. por Dalinghaus, C. Almeida, L. R.; González, M.; Klein, A. H. F.; ed. UFSC, Florianópolis - SC, pp. 11-64.
- IH-CANTABRIA. (2013). “*SMC 3.0: Manual do Usuário*”. IHCANTABRIA, Universidad de Cantabria/UFSC/IO-USP. 18p.
- MASSEI, K., SOUZA, M.C.S., DA SILVA, R.M., DE ARAÚJO COSTA, D., VIANNA, P.C.G., DA SILVA, M.C.B.C., DE MIRANDA, G.E.C., EGGERTESEN, L., ELOY, C.C., SANTOS, C.A.G. (2023b). “*Analysis of marine diversity and anthropogenic pressures on Seixas coral reef ecosystem (northeastern Brazil)*”. Science of The Total Environment, v. 905, 166984.
- MASSEI, K., SOUZA, M.C.S., SILVA, R.M., NEUMANN, V.H.M.L., MANSO, V.A.V., VIANNA, P.C.G., FERREIRA JUNIOR, A.V., MOURA, C.M.S., LAVÔR, L.F., ARAÚJO, R.C., SANTOS, C.A.G. (2023a). “*Multi-proxy assessment of coral reef formation and biotic-abiotic diversity in an urban coastal reef ecosystem in northeastern Brazil*”. Science of The Total Environment, v. 891, 164487.
- QUETZALCÓATL, O., GONZÁLEZ, M., CÁNOVAS, V., MEDINA, R., ESPEJO, A., KLEIN, A., TESSLER, M.G. ALMEIDA, L.R., JARAMILLO, C., GARNIER, R., KAKEH, N., GONZÁLEZ-ONDINA, J. (2019). “*SMCe, a coastal modeling system for assessing beach processes and coastal interventions: Application to the Brazilian coast*”. Environmental Modelling and Software, v. 116, p. 131–152.
- ROCHA, P.I.O., DANTAS, A.P.X., SANTOS, C.A.G., SILVA, R.M. (2024). “*Assessing urban forest decline and predicting future expansion: a spatial analysis and modeling approach in João Pessoa City, Brazil*”. Modeling Earth Systems and Environment, v. 10, p. 3923-3940.
- SOUZA, M. C. S. (2023). “*Análise das mudanças na linha costeira e do turismo náutico em um recife costeiro urbano no Nordeste do Brasil*”. João Pessoa, 2023. Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.
- SOUZA, M.C.S., MASSEI, K., VIANNA, P.C.G., SANTOS, C.A.G., MISHRA, M., SILVA, R.M. (2023). “*Assessment of macrobenthos diversity and a zoning proposal for Seixas coral reefs (northeastern Brazil)*”. Marine Pollution Bulletin, v. 195, p. 1145-1161.