

O LITORAL DE PITIMBU (PB) FRENTE AO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA ASSOCIADO À PRESENÇA DE PONTAS E ENSEADAS

Christianne Maria da Silva Moura ¹
Nadja Cecília de Freitas Silva ²
João Victor Araújo da Silva ³
Maria Lídia dos Santos Andrade ⁴
Jefferson da Costa Silva ⁵
Diego Cezar da Silva Monteiro ⁶
Maria Cecilia Silva Souza ⁷

INTRODUÇÃO

A análise do espaço geográfico busca compreender como as interações sociais e ambientais moldam a paisagem e influenciam as sociedades (Santos, 1985). A geografia, ciência que detém como um de seus objetos de estudo o espaço geográfico, investiga como os diversos elementos desse espaço estão interconectados e como esses elementos impactam a vida cotidiana das pessoas. Esse estudo é fundamental para o planejamento territorial, a gestão de recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais.

Segundo Dominguez *et al.* (2018), o litoral da Paraíba, está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno ao longo da zona costeira é apontada como principal evidência para esta tendência de longo prazo para a erosão.

Alguns trabalhos foram realizados na costa paraibana visando entender as dinâmicas costeiras e o processo de ocupação do litoral, dentre eles: Reis (2001) e (2008), Falcão (2005), Henrique (2016), Neves (2003), Monteiro (2017), dentre outros. Porém, verificamos que existe uma carência nos estudos acerca da influência das pontas/promontórios para a dinâmica e transporte dos sedimentos ao longo da costa paraibana.

¹ Doutora em Geociências, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, cmm_reis@yahoo.com.br;

² Graduada do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, nadja.freitas@academico.ufpb.br;

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, joavictor3gb@gmail.com;

⁴ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, lidialima165@gmail.com;

⁵ Graduado, Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), jeffersonsilvageo@gmail.com;

⁶ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, diegomonteiro@hotmail.com;

⁷ Pós-Doutoranda pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, ceciliasilvalegat@gmail.com.

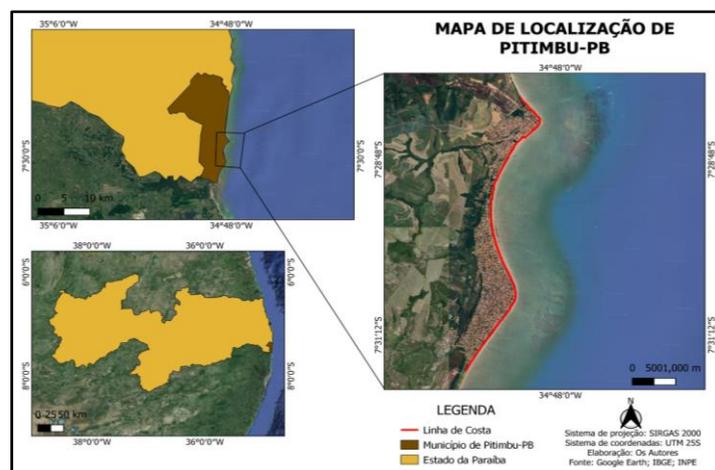
De acordo com Silva (2016), pontas, desembocaduras e estruturas construídas ao longo do litoral atuam como obstáculo para o transporte de sedimentos ao longo da costa. Geralmente, este fluxo quando interrompido ou reduzido implica em um acúmulo de sedimentos à sotamar. Essas pontas, são caracterizadas como massas de terra que adentram no mar, ocorrendo em áreas onde os afloramentos rochosos são mais resistentes à erosão. Claudino-Salles e Carvalho (2014) entendem que essas feições têm como comportamento principal influenciar no transporte sedimentar longitudinal, barrando os sedimentos e fazendo com que a sedimentação tenha características específicas, tais como a formação e migração de bancos no ambiente praias, formação de dunas e transporte a partir do *by pass* costeiro e continental.

O objetivo deste trabalho é conhecer o comportamento da linha de costa da área de estudo considerando a influência das pontas (promontórios) e enseadas e classificar as praias quanto à sua situação frente à erosão costeira.

Caracterização da área de estudo

Pitimbu é um município localizado no estado da Paraíba, mais especificamente, no litoral sul da Paraíba (figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2024).

De acordo com o IBGE (2022), Pitimbu pertence à Região Geográfica Intermediária e Imediata de João Pessoa e está localizado aproximadamente 100 km ao sul de João Pessoa, a capital do estado. O município possui uma área de cerca de 136 km² e uma altitude média de 3m acima do nível do mar, o que contribui para suas características costeiras.

No tocante à geologia, segundo Santos, Freitas e Furrier (2013, p. 140), predominam, em superfície, os depósitos Neógenos da Formação Barreiras, os

sedimentos aluviais e praias quaternários e, também constam na área de estudo em questão as formações sedimentares cretáceas sotopostas pertencentes à Bacia sedimentar marginal Pernambuco-Paraíba, que afloram principalmente em vertentes íngremes voltadas para a Depressão do Abiaí.

Quanto à geomorfologia, de acordo com Furrier (2007), a área de estudo caracteriza-se pelos domínios dos baixos planaltos costeiros e baixada litorânea. Os baixos planaltos estão localizados na faixa dos tabuleiros litorâneos, constituindo unidades geomorfológicas planas, limitando-se, a leste, geralmente pelas falésias inativas. Já as baixadas litorâneas são constituídas principalmente por sedimentos marinhos, fluviais e flúvio-marinhos, representando um relevo relativamente baixo, na maioria das vezes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira fase do estudo concentrou-se no levantamento bibliográfico, com o objetivo de construir um referencial teórico considerável para a temática em questão. Essa etapa envolveu a revisão de literatura relacionada ao tema, incluindo artigos científicos, livros, dissertações, teses e outras fontes relevantes. As visitas de reconhecimento às áreas de estudo foram realizadas nos dias 05 de abril e 23 de maio de 2024. Esses locais possuem registros fotográficos históricos, com datas desde 1992, o que permitiu uma análise comparativa entre as condições passadas e as atuais.

A coleta de dados na plataforma CASSIE - Coastal Analyst System from Space Imagery Engine, caracterizou a terceira etapa da pesquisa. Utilizando essa ferramenta digital, foi realizada a classificação das praias da área de estudo conforme a metodologia proposta por Esteves e Finkl (1998), adaptada posteriormente por Luijendijk *et al.* (2018). Essa classificação categoriza as praias em: acrecido, quando a taxa de variação é superior a 0,5 m/ano; estável, quando a taxa varia entre -0,5 e 0,5 m/ano; e erodido, quando a taxa é inferior a -0,5 m/ano.

A plataforma CASSIE (<https://cassiengine.org/>), conforme descrito por Almeida *et al.* (2021), é uma ferramenta web de código aberto desenvolvida para o mapeamento e análise automatizada de zonas costeiras a partir de imagens de satélite (Landsat e Sentinel-2), para nosso trabalho foram utilizadas apenas imagens do Landsat para o período de 2010 a 2024, disponíveis no GEE - Google Earth Engine. Após a execução de todos os cálculos estatísticos, é possível gerar um mapa final onde a linha de base, os limites e os transectos praias (TP) são visualizados sobre a imagem de satélite (Figura

2). Os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves e Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano. Para obtenção dos dados de linha de costa foram gerados 79 transectos para área de estudo, identificados a partir do TP0 ao TP78.

No que se refere a caracterização do padrão de circulação das correntes, utilizou-se o Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), que corresponde a uma ferramenta computacional que combina metodologias de trabalho, bases de dados de cartas náuticas, ondas e nível do mar, com dados disponíveis para um período de 60 anos (1948-2008), além de modelos numéricos orientados para o estudo e/ou solução de problemas na zona costeira, (Dalinghaus, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos a partir dos transectos praias gerados no CASSIE foi possível constatar que, 29,1% do trecho estudado apresentam acreção sedimentar, 38% das praias encontram-se estáveis e 32,9% sofrem processos erosivos, tendo sua variação da linha de costa representada na (Figura 2).

Dois trechos da área de estudo apresentaram linhas de costa criticamente erodidas. Essa classificação foi obtida a partir dos transectos TP4 a TP6 (Ponta de Pitimbu, extremo norte da área de estudo), e transectos TP60 a TP68, e TP70 (Praia Azul, extremo sul da área de estudo). Na Ponta de Pitimbu ainda foram classificados como costa Erodida os transectos TP02, 03, 15 e 16 e na praia Azul os transectos TP49, 52 e 53, 57, 69, 71 e 72, e 74 e 75. Pôde-se observar segundo os dados levantados que os processos de erosão e erosão crítica se concentram em dois trechos específicos da linha de costa em estudo que correspondem às Pontas de Pitimbu e Praia Azul. A partir dos dados obtidos pelo CASSIE, análise de fotografias históricas e observações *in loco* (Figura 3), pode-se afirmar que não são recentes os processos erosivos que atingem a infraestrutura das praias da área em estudo.

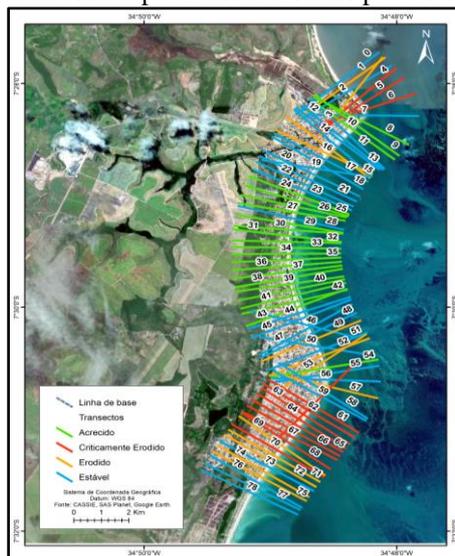
Nesses casos, naturalmente, a energia do mar que atinge praias localizadas em pontas e enseadas é moldada pela forma da costa e pela interação das ondas com a topografia subaquática e terrestre. Nas áreas de pontas, que são porções de terra que se projetam no mar, a energia das ondas tende a ser concentrada devido ao efeito de refração. À medida que as ondas se aproximam da ponta, elas se curvam ao redor da estrutura, concentrando sua energia e resultando em um impacto mais forte na linha de costa. Esse processo pode levar a uma erosão mais intensa nas praias próximas às pontas. Quando

essas áreas estão sujeitas à ocupação urbana (como por exemplo em nossa área de estudo), os efeitos da erosão costeira podem ser agravados.

A construção de edificações e infraestruturas muito próximas à linha d'água pode interferir na dinâmica natural dos sedimentos e na dissipação da energia das ondas. Além disso, a ocupação urbana pode reduzir a vegetação natural, que atua como uma barreira protetora, exacerbando ainda mais a vulnerabilidade dessas áreas ao impacto das ondas.

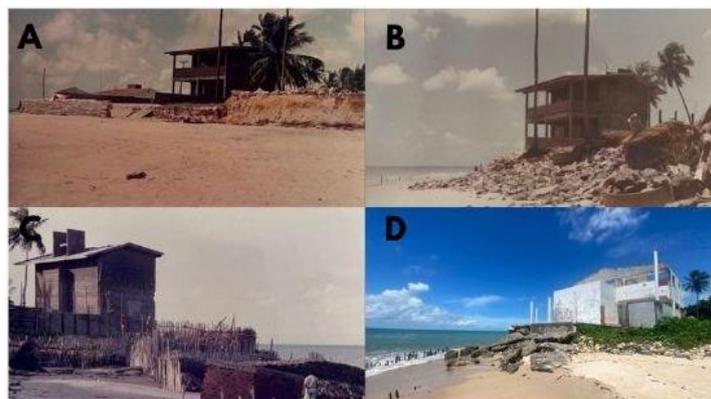
Por outro lado, em enseadas, que são áreas protegidas com formações em arco ou semi-circulares, as ondas geralmente chegam com menor intensidade, uma vez que a forma da enseada dissipa a energia das ondas ao longo da costa. Isso tende a criar um ambiente mais estável, com menos erosão e, em alguns casos, favorecendo a deposição de sedimentos. No entanto, mesmo em enseadas, a ocupação urbana desordenada pode desestabilizar esse equilíbrio natural, resultando em impactos negativos semelhantes aos observados em áreas de pontas.

Figura 2 - Classificação da linha de costa a partir dos transectos praias obtidos através do CASSIE.



Fonte: CASSIE (2024).

Figura 3 - (A) Pitimbu em 1992; (B) Pitimbu em 1996; (C) Pitimbu em 1999; (D) Pitimbu em 2024.



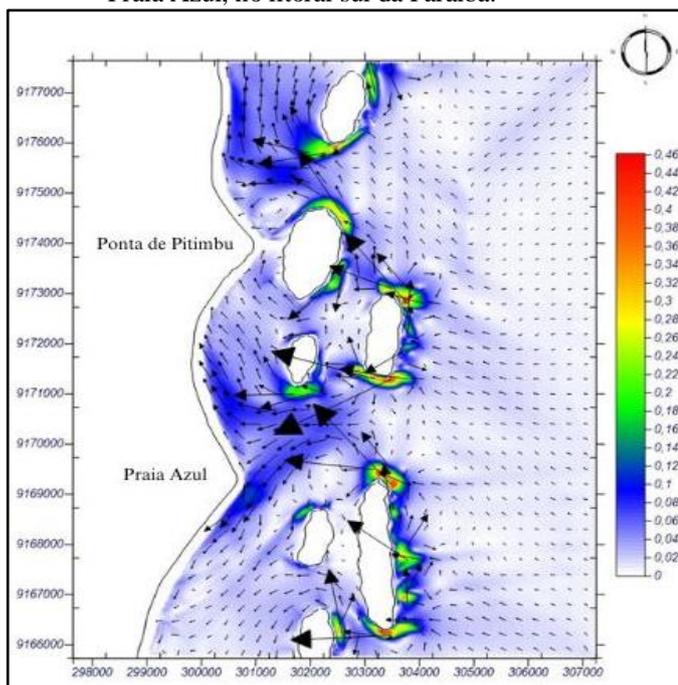
Fonte: Fotografias históricas cedidas por Magno Erasto de Araújo.

Na área de estudo, a enseada (limitada pelas duas pontas classificadas como erodidas ou criticamente erodidas) foi considerada estável e/ou acrescida, o que corrobora as conclusões anteriormente apresentadas.

A figura 4 mostra que o padrão de correntes na área de estudo, mostra uma aceleração do fluxo de água indicado pela concentração de setas e pelo aumento na intensidade das cores (cores mais quentes como amarela e vermelho) ao redor dos promontórios (Ponta de Pitimbu e praia Azul). O fluxo ao redor dessas áreas geralmente diverge à medida que a água encontra a obstrução, levando ao fortalecimento das correntes e à possível formação de redemoinhos ou zonas de turbulência no lado oposto ao da corrente principal. Em contraste, as enseadas ou baías mostram uma redução na velocidade da corrente. Isso é representado por cores mais frias (azul e verde claro) e menos setas nessas regiões.

O padrão de corrente nas enseadas tende a ser mais difuso e lento, pois o fluxo de água se espalha e é menos restringido pela topografia. A figura 4, sugere que as feições físicas da linha de costa, como "pontas" e "enseadas", desempenham um papel crucial na influência dos padrões de correntes. As pontas intensificam e direcionam o fluxo, enquanto as enseadas agem como áreas de fluxo reduzido e potencial deposição. Esse padrão é típico de ambientes costeiros, onde a interação entre a topografia e a hidrodinâmica cria condições variadas de correntes.

Figura 4 - Mapa do padrão de circulação de correntes costeiras na região da Ponta de Pitimbu e Praia Azul, no litoral sul da Paraíba.



Fonte: Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil, 2024).

Ainda é possível analisar que os recifes na área atuam como barreiras físicas que interrompem e alteram o fluxo das correntes. Quando a água encontra um recife, ela pode ser forçada a desviar, resultando em áreas de aceleração (quando a água passa pelos lados ou sobre o recife) ou desaceleração (na sombra do recife, onde o fluxo é bloqueado).

A presença de recifes próximos às enseadas pode atuar como barreiras naturais que reduzem a energia das correntes que entram nas enseadas, criando zonas de águas mais calmas. Isso pode ser observado nas áreas de enseada onde as setas indicam uma corrente mais fraca e as cores mais frias predominam. Os recifes ainda influenciam na deposição de sedimentos, protegendo certas áreas da erosão ao reduzir a força das correntes. Nas áreas de sombra dos recifes, onde as correntes são mais fracas, pode ocorrer uma maior deposição de sedimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, a presença de áreas criticamente erodidas em setores significativos da linha de costa de Pitimbu demonstra um processo de erosão preocupante, que pode ser atribuído a fatores naturais, atrelados as feições das pontas, a ação das marés e tempestades, bem como a interferência humana. A proximidade dessas áreas a zonas de intensa urbanização agrava a situação, visto que a ocupação humana nas proximidades da praia limita o espaço para que a natureza realize processos de recuperação natural. Além disso, a urbanização pode exacerbar a erosão, uma vez que a construção de infraestruturas altera o fluxo natural de sedimentos e impede a regeneração das dunas.

Entender esses processos através de monitoramento ambiental é uma tarefa que requer continuidade nos estudos costeiros, onde a partir do conhecimento da área em questão, da sua morfodinâmica, das questões da ocupação desordenada do espaço costeiro e principalmente no entendimento das formas e processos atuantes na sua configuração, será de suma importância para indicar a necessidade de intervir nesse espaço de forma consciente e apropriada.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Dinâmica Costeira, Litoral Sul da Paraíba, CASSIE, SMC-Brasil

REFERÊNCIAS

CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO, A. M. **Dinâmica costeira controlada por promontórios no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.** Geociências (São Paulo. Online), v. 33, p. 579-595, 2014.

DALINGHAUS, C. 2018. **Sistema de modelagem costeira do Brasil: estudos de caso.** Florianópolis: Editora da UFSC. Disponível em: ISBN 978-85-328-0835-6.

DOMINGUEZ, et. al., Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) **Panorama da Erosão Costeira no Brasil.** Brasília: MMA, 2018. 476p.

ESTEVES, L.S. & Finkl, C.W. **The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches.** Journal of Coastal Research, SI 26, 11-18. 1998. (ISSN: 0749-0208).

FALCÃO, S. M. et al. **Alterações na Paisagem da Orla Marítima de Cabedelo em decorrência da dinâmica de ocupação da área.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

FURRIER, Max. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa - 1:100.000.** 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

HENRIQUE, I.K. **Dinâmica Costeira na Praia de Formosa – Cabedelo: Causas, Consequências e Influências do Processo Inadequado de Uso e Ocupação.** (2016). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>

MONTEIRO, D. C. da S. 2017. **Caracterização Morfodinâmica e Sedimentológica das praias do Poço, Camboinha, Ponta de Mato e Miramar. Município de Cabedelo, Paraíba.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 127p.

NEVES, S. M., 2003. **Erosão Costeira no Estado da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Geologia.** UFBA. Salvador, BA, Tese de Doutorado, 130p.

REIS, C. M. M. 2001. **Caracterização Morfodinâmica e vulnerabilidade do Litoral de João Pessoa entre as Praias do Cabo Branco e Penha.** Dissertação(Mestrado). PósGraduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE.

REIS, C. M. M. 2008. **O Litoral de João Pessoa (PB) Frente ao Problema da Erosão Costeira.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geociências Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE.

SANTOS, Marquiline Silva; DE FREITAS, Gilvonete Araujo; FURRIER, Max. **Análise morfométrica e indícios de ação neotectônica na área correspondente à folha Pitimbu, litoral sul da paraíba-nordeste do Brasil.** Cadernos de Geociências, v. 10, n. 2, p. 139-149, 2013.

SANTOS. Milton. **Espaço e método.** São Paulo: Nobel, 1985.

SILVA, Guilherme Vieira da. **Transposição de sedimentos nos promontórios da costa norte da Ilha de Santa Catarina. Porto Alegre- RS.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geociências- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2016.