

VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DE CANDEIAS, NOS ANOS DE 2014 e 2024, JABOATÃO DOS GUARARAPES, PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE

Yasmin Fernanda Reis de Oliveira Freitas¹
Oswaldo Girão²
Emily Pereira da Silva³
José Danilo da Conceição Santos⁴

INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente dinâmico composto por sistemas deposicionais temporários e influenciado pela interação entre o ar, o mar e a terra. Esses elementos moldam e esculpem diversas feições morfológicas, abrangendo uma faixa transicional marítima-terrestre (MMA, 2008). Essas áreas são suscetíveis a mudanças constantes, devido ao impacto das ações antrópicas e naturais, sendo uma de tais modificações as relativas ao processo erosivo costeiro, que consiste em um fenômeno natural que desgasta e modela a superfície terrestre, a partir de processos químicos físicos e biológicos de remoção de material (Suguio, 2003).

Portanto, a erosão costeira representa grande preocupação ao equilíbrio ambiental de zonas costeiras dominadas por praias ao redor do mundo (Bird, 1985; Souza, 2009). As linhas de costa, principalmente as ligadas às antigas planícies litorâneas holocênicas e progradantes, como as encontradas no litoral brasileiro, sofrem os efeitos de retrogradação (reco) natural por perda de areia para formação das dunas, para a plataforma continental ou para a deriva litorânea (Bird, 1981 *apud* Silva, 2019).

De acordo com Muehe (2006, 2008), a costa brasileira enfrenta processos erosivos em toda a sua extensão, com particular intensidade nas desembocaduras de rios e nas

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, yasmin.reis@ufpe.com;

² Prof^o Dr^o do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, osvaldo.girão@ufpe.br;

³ Graduanda do Curso de Licenciatura Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, emily.pereira@ufpe.br;

⁴ Doutorando do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, jose.danilo@ufpe.br;

zonas de praias próximas a áreas urbanizadas, como nas cidades do Rio de Janeiro, Salvador, Maceió, Fortaleza e Recife. O litoral da cidade do Recife possui trechos afetados pelo processo de erosão, sendo que as praias com edificações são as mais impactadas (Madruga *et al.*, 2017). Martins *et al.* (2016), em um levantamento sobre erosão costeira no estado de Pernambuco utilizando geoindicadores, evidenciou que cerca de 52% do litoral pernambucano apresenta sinais de erosão marinha, demonstrando um aumento em relação aos 33% registrados anteriormente (Manso *et al.*, 2006).

Destarte, o presente estudo tem como objetivo principal analisar a variação da linha de costa da praia de Candeias, localizada no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, a partir do emprego dos métodos EPR (*End Point Rate*) e NSM (*Net Shoreline Movement*). Estes métodos permitem a avaliação quantitativa das mudanças na linha de costa ao longo do tempo, proporcionando uma compreensão detalhada das taxas de erosão e progradação na área estudada. Através desta análise, o estudo busca correlacionar a intensidade dos processos erosivos com a engorda da praia, contribuindo para a divulgação do tema e o incentivo de medidas eficazes de gestão e preservação da zona costeira.

Relevância do Tema

A área costeira apresenta elevada vulnerabilidade em decorrência da intensa influência das atividades antrópicas, relacionadas com a urbanização, e de eventuais eventos naturais extremos relacionadas à dinâmica climática, que são os principais responsáveis pela dinamicidade desse ambiente (Muehe, 2013). O estudo da variação da linha de costa da praia de Candeias reveste-se de uma importância significativa por diversas razões que impactam diretamente ao meio ambiente físico-natural, a sociedade e a economia local. Assim, a gestão costeira e o planejamento urbano são diretamente beneficiados por análises das variações da linha de costa da praia de Candeias, área densamente ocupada, onde a pressão urbana e turística está se intensificando.

Compreender as mudanças ocorridas na linha de costa ao longo dos últimos 11 anos na praia de Candeias permitirá aos gestores públicos reconhecer a dinâmica costeira recente e embasar o desenvolvimento de políticas para o uso e ocupação das terras costeiras prevenindo o incremento do processo erosivo costeira.

Ao considerar que a elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos, como tempestades e ressacas, têm se tornado mais frequentes e intensos devido às mudanças climáticas, monitorar a linha de costa e suas variações ao longo do tempo possibilita a previsão de risco e a adoção de medidas preventivas, como a construção de barreiras de proteção e a realocação de infraestruturas vulneráveis.

Por fim, o uso de imagens de satélite para analisar a variação da linha de costa representa um avanço significativo em termos de tecnologia e metodologia científica, permitindo a obtenção de dados precisos e de alta resolução e facilitando o monitoramento contínuo e a análise de longo prazo de mudanças costeiras.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Identificação e mapeamento de Linha de Costa

A identificação e mapeamento da linha de costa foi obtida a partir da vetorização da linha de costa, levando em conta a diferença da cor dos pixels marcadas nas imagens como feições de continente e oceano. A vetorização da linha de costa foi realizada com Sistema de Informações Geográficas (SIG), no *software* QGIS, conforme Chacanza *et al.* (2022).

Cálculo e análise das mudanças de taxas

O Sistema de Análise Digital da Linha Costeira (DSAS) é um sistema baseado em SIG estabelecido pelo *Unite States Geological Service* (USGS) e desenvolvido por Himmelstoss *et al.* (2018). O intervalo entre as posições da linha de costa é calculado pelo DSAS, em anos específicos, proporcionando os dados básicos para calcular as mudanças na linha costeira. A tendência das modificações é baseada em indicadores da sua geometria. O sistema irá controlar as seguintes características da linha de costa: mudança da linha costeira, dinâmica histórica da linha costeira, recuo e erosão de falésias, cálculo e modelagem da linha costeira (Oyedotun, 2014).

O DSAS cria transectos que são projetados perpendicularmente à linha de base em um espaçamento definido pelo usuário ao longo da costa. As interseções dos transectos com a linha costeira ao longo desta linha de base são usadas para calcular os dados da taxa de mudança. O DSAS 5.0 possui seis métodos estatísticos para medir variações. Neste estudo, foi realizada a abordagem de Movimento Líquido da Costa (*Net*

Shoreline Moviment (NSM)) e Taxa do Ponto Final (*End Point Rate (EPR)*). NSM mede as alterações da linha costeira de acordo com a distância, em vez do valor médio, está relacionado à data e precisa apenas de duas linhas costeiras, ou seja, a distância total entre a mais antiga e a mais recente linha costeira em cada transecto. Já a Taxa do Ponto Final (EPR) leva em consideração a correlação entre o espaço e tempo, calculando a distância entre sua posição inicial e sua posição mais recente, descrevendo as mudanças da linha costeira (Thieler *et al.*, 2009). Os valores positivos e negativos representam, de forma estatística, os processos de progradação e retrogradação, em que os dados utilizados para o cálculo das dinâmicas da linhas costeiras são: Linha de base, linhas costeiras históricas e incerteza da linha costeira. (Yasir *et al.*, 2020).

A partir das métricas utilizadas por meio do DSAS, com base nas pesquisas de Esteves e Finkl (1998), Del Río *et al.* (2012) e Silva Neto *et al.* (2020), serão consideradas as seguintes classes, de retrograda o, estabilidade e prograda o, aplicados aos transectos gerados na análise da mudança da linha de costa

Quadro 1 - Classes das taxas de deslocamento da linha de costa, baseadas em Esteves e Finkl (1998), Del Río *et al.* (2012) e Silva Neto *et al.* (2020).

Classes de mudan�a da linha de costa	Escala de varia�o
Retrograda�o severa	Min < - 3 m/ano
Retrograda�o moderada	-3 m/ano a -2 m/ano
Retrograda�o baixa	- 2 m/ano a -1 m/ano
Estabilidade	- 1 m/ano a +1 m/ano
Prograda�o baixa	+ 1 m/ano a +2 m/ano
Prograda�o moderada	+ 2 m/ano a +3 m/ano
Prograda�o severa	+3 m/ano < M�x

De acordo com os estudos de Jayson-Quashigah *et al.* (2013), Silva Neto *et al.* (2020) e Chacanza *et al.* (2022), foi adotada uma separa o de 10 metros entre os transectos gerados. Manter distâncias iguais ou menores que dez metros entre os transectos minimiza os erros na determina o das taxas obtidas pelo DSAS, garantindo que os resultados reflitam com maior precisão a realidade da  rea (Albuquerque *et al.*,

2013). Outro fator relevante foi a alta resolução das imagens orbitais utilizadas, que contribuiu para um detalhamento preciso e uma melhor definição das linhas de costa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Compreender o ambiente costeiro é essencial. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2008), a interação entre o ar, o mar e a terra criam diversas feições morfológicas, tornando essas áreas suscetíveis a mudanças constantes. É fundamental investigar as causas dessas transformações. Muehe (2006, 2008) observa que a costa brasileira sofre erosão ao longo de toda a sua extensão, com intensidade particular nas praias próximas a áreas urbanizadas. Como destacam Bird e Sousa (2009), ao afirmar que a erosão costeira é uma grande preocupação para o equilíbrio das zonas costeiras, afetando praias ao redor do mundo.

Portanto, é essencial analisar as taxas de progradação e retrogradação da linha de costa, considerando que o litoral brasileiro está em processo de recuo (BIRD, 1981 apud SILVA, 2019). O processo de litoralização das costas brasileiras revela a incorporação dessas áreas ao mercado de terras e à indústria do turismo, o que impulsiona uma intensa urbanização do litoral (DANTAS, 2009). Como consequência, as pressões urbanas resultaram em uma significativa descaracterização ambiental e social na praia de Candeias.

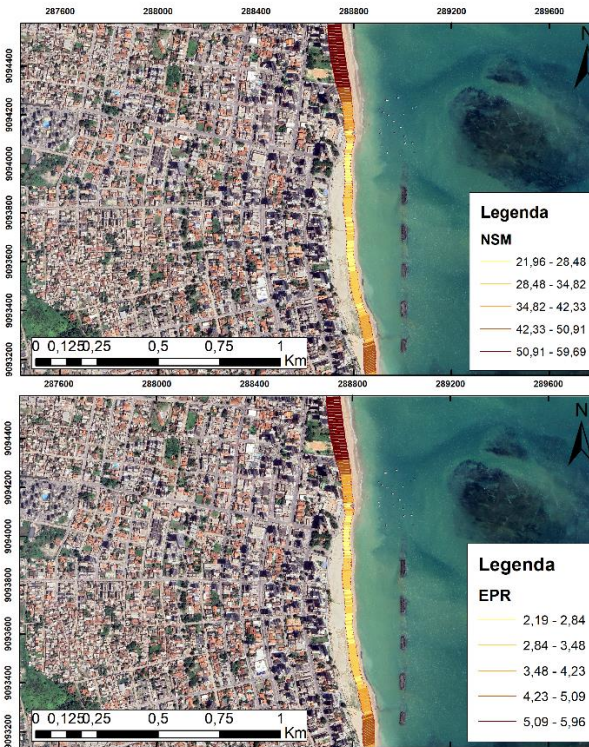
Além disso, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) destaca que os efeitos das mudanças climáticas sobre os ambientes costeiros têm se intensificado significativamente nas últimas décadas, indicando as consequências adversas relacionadas ao aumento do nível do mar e aos riscos climáticos, especialmente a vulnerabilidade a eventos extremos, inundações, perda de ecossistemas, recuo da linha de costa, degelo das calotas polares e o branqueamento e morte de corais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do cálculo da variação da linha de costa gerou traçados que indicam, em números, as taxas de mudanças ocorridas entre 2014 e 2024. Portanto, será analisado o valor total (NSM) e a média (EPR). A classificação de progradação e erosão será feita

através do método EPR, pois seus valores corroboram à classificação proposta por (Esteves e Finkl, 1998; Del Ríó *et al.*, 2012; Silva Neto *et al.*, 2020).

Figura 1- Distribuição dos valores de NSM e EPR para a costa da Praia de Candeias no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, em 2014 e 2024.



Fonte: Os autores (2024).

Análise de variação através dos métodos NSM e EPR

A aplicação do método EPR mostrou uma variação de valores entre $2,19 \pm 5,96$ m/ano. Conforme indicado no Quadro 1, esses valores indicam processos de progradação moderada a severa, sugerindo um avanço significativo da linha de costa devido a intervenções humanas, como o projeto de engorda da praia de Candeias para conter o avanço do mar. Durante este período, não foi observada retrogradação em nenhum ponto da linha costeira, evidenciando a efetividade das ações de engorda realizadas em 2013.

Por outro lado, com o método NSM, a variação dos valores foi de $21,96 \pm 59,69$ m/ano, indicou mudanças significativas na linha de costa em toda a área delimitada entre 2014 e 2024; assim como no método EPR, percebeu-se a distinção do processo de progradação, com um avanço da linha de costa.

Ao analisar os resultados, estes evidenciaram que as tendências erosivas não se confirmaram devido ao eficaz processo de engorda realizado no ano de 2013, que causou fortes processos de progradação da linha de costa constatado a partir deste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário afirmar, de início, a importância do uso das geotecnologias na análise das feições costeiras e seus processos. Neste trabalho, a partir da aplicação da metodologia proposta, foi possível aplicar fundamentos estatísticos, permitindo compreender de maneira mais aprofundada as dinâmicas costeiras atreladas as características da área de estudo através dos sistemas de informação geográfica.

A análise de variação utilizando os métodos NSM e EPR revelou-se eficaz para entender os processos de progradação na praia de Candeias. Os resultados obtidos indicam uma tendência de progradação moderada a severa, conforme indicado pelos valores de $2,19 \pm 5,96$ (EPR) e $21,96 \pm 59,69$ (NSM), e corroborado pela análise temporal dos dados.

Concluimos, portanto, que os anos pós-engorda antrópica veio estabelecer a fixação da linha de costa neste trecho praiial, o que em 10 anos tenha minimizado os processos erosivos, e intensificado o acúmulo de sedimentos. Este fator influenciou nos resultados estabelecidos pelos parâmetros NSM e EPR nos anos 2014 e 2024.

Palavras-chave: Engorda; Linha de Costa, Praia de Candeias

REFERÊNCIAS

- BIRD E. C. F. 1985. **Coastline Changes**. London: John Wiley & Sons, 219 p.
- Bird, E. C. F. **Coastal Geomorphology: An introduction**. 2nd ed. Chinchester: Wiley and Sons, 2008.
- Chacanza, M. S; Almeida, N. M; Freire, G. S. S. F; Silva Neto, C. A; Abreu Neto, J. C; Jalane, O. I; Análise da variação da linha de costa no trecho entre as praias de peroba e redonda no município de Icapuí - Ceará, Brasil, a partir de imagens de satélite aplicando o DSAS. **Revista Geociências, UNESP, volume 41, número 4**. 2022.
- IPCC. Mudança do clima 2007: Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima; **Sumário para os Formuladores de Políticas**. Paris: IPCC, 2007

Madruga, Marcelo et al. Análise do Comportamento Morfodinâmico do Cordão Litorâneo entre as Praias de Ponta do Funil e Carne de Vaca, Município de Goiana, Pernambuco, NE do Brasil. **Estudos Geológicos, Pernambuco**, v. 27, n. 2, p. 38–55, 5 dez. 2017.

Disponível em:
<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/estudosgeologicos/article/view/234662>> Acesso em:
12/06/2024.

Manso, V.A.V.; Coutinho, P.N.; Guerra, N.C. e Junior, C.F.A.S., (2006). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco**, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM, Recife: Editorial da Universidade.

Martins, K. A.; PEREIRA, P. S.; LINO, A. P.; GONÇALVES, R. M. Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, nº17, v.3, 2016. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i3.854>.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília, 2006a. 476p.

Muehe, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (Coords.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3a ed. BCD União de Editoras S.A. Rio de Janeiro. 254 p. 1998.

Oyedotun, T. D. T. (2014). Shoreline Geometry: DSAS as a Tool for Historical Trend Analysis. In **Geomorphological Techniques** (Online Edition). British Society for Geomorphology.

SUGUÍO, K; Martins, L; Bittencourt, A. C. S. O; Dominguez, J. M. L; Flexor, J. M; Azevedo, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-86, 1985. BIRD, 1981 apud SILVA, 2019