

## **Análise Temporal da Linha de Costa na Praia de Casa Caiada (2018-2020) utilizando métodos estatísticos através do DSAS.**

Jonas Herisson Santos de Melo <sup>1</sup>  
Emily Pereira da Silva <sup>2</sup>  
Letícia Barreto Domingues <sup>3</sup>  
Dácio Barros Campello de Souza Filho <sup>4</sup>  
Ariadne Fernanda Ferraz Vieira <sup>5</sup>  
Wemerson Flávio da Silva <sup>6</sup>  
Osvaldo Girão <sup>7</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A zona costeira exerce um papel socioeconômico de grande importância, pois trata-se de um setor de grande valor ambiental e uma vasta fonte de recursos. No entanto, também é uma área de sensibilidade e instabilidade, devido a dinâmica processual que abarca processos continentais, oceânicos e climáticos. Manso, Coutinho, Guerra e Junior (2006), afirmam que o ambiente praial é propício a dinâmicas como sedimentação, erosão e equilíbrio a curto prazo, a partir de processos naturais como a incidência de ondas, ventos, correntes e marés, e a longo prazo, devido a alterações no nível médio do mar.

O litoral pernambucano vivenciou um processo de adensamento populacional acelerado a partir do último quartel do século XX. Esse processo ocorre devido a ocupação das praias, inicialmente para fins de veraneio, mas que evoluiu para fins de moradia fixa e comercial (MMA, 1996). Tais usos antrópicos estão contribuir para modificações morfodinâmicas de várias zonas de praia, sendo estas as zonas costeiras arenosas mais suscetíveis às mudanças rápidas em escalas temporais e espaciais, resultando assim em grandes variações na linha de costa (Manso, Coutinho, Guerra e Junior, 2006; Del Río, 2012).

A ocupação do ambiente praial, seja por estruturas prediais e usos comerciais recorrentes, dificulta a sedimentação, interferindo no equilíbrio sedimentar natural que cada praia possui. Como consequência das mudanças ocorridas no comportamento dos

---

<sup>1</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, jonas.melo@ufpe.com;

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, emily.pereira@ufpe.br;

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, leticia.barreto@ufpe.br;

<sup>4</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, dacio.campello@ufpe.br;

<sup>5</sup> Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, ariadne.vieira@ufpe.br

<sup>6</sup> Professor da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, wemerson.silva@ufpe.br;

<sup>7</sup> Professor orientador: titular, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, osvaldo.girao@ufpe.br.

agentes naturais que atuam no local, em busca do equilíbrio da zona costeira, juntamente com a ação antrópica, o ambiente se torna um local de risco geomorfológico (Silva *et al.*, 2023).

A zona costeira do estado de Pernambuco, abrange uma faixa de extensão de 187 quilômetros, onde cerca de 56% da população está inserida, abrangendo 21 municípios, sendo considerado o mais importante aglomerado populacional do estado (Pereira, 2015). De acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC), aprovado no ano de 1997, o litoral pernambucano é dividido em três setores, denominados: norte, metropolitano e sul. Olinda está localizada no denominado Núcleo Metropolitano.

Em relação às instabilidades presentes no litoral pernambucano, a erosão costeira é um processo encontrado em  $\frac{1}{3}$  das praias, sendo os fatores contribuintes para tal efeito diversos, como a intervenção antrópica na ocupação de áreas adjacentes ou pós-praia, alterações no suprimento sedimentar da praia, ou até mesmo a instalação de estruturas artificiais de proteção para mitigar ou proteger a área dos processos erosivos (Manso *et al.*, 2006).

Manso *et al.*, (2006), apontam que os primeiros registros relacionados à erosão costeira no estado de Pernambuco foram apresentados através dos trabalhos de Ferraz, no ano de 1914, e que tal processo estaria relacionado com a construção e ampliação do Porto do Recife, que causou modificações nas correntes litorâneas que atingem o município de Olinda.

Como medida para minimizar os impactos erosivos, em 1953, foi recomendada pelo Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique Neyrpic (Laboratório Hidráulico Neyrpic Dauphinois) a construção de 2 quebra-mares semi-submersos e três espigões curtos, ambos construídos nas praias dos Milagres, Farol e Carmo. Contudo, tais estruturas não foram eficazes, e resultou na expansão do processo para as praias do Bairro Novo, Casa Caiada e Janga (Manso *et al.*, 2006).

A praia de Casa Caiada está localizada ao norte do município de Olinda, entre os bairros de Rio Doce e Bairro Novo.

A dinâmica climática local possui duas estações bem definidas, sendo elas a chuvosa, que abarca os meses de março a agosto (outono-inverno), quando atuam a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), sistemas de maior contribuição para a pluviometria no primeiro semestre do ano; e a estação seca/menos chuvosa (primavera-verão), nos meses de setembro a fevereiro, quando ao final do período (dezembro a

março), tem-se o início da atuação da ZCIT e dos VCANs (Beltrão *et al.*, 1995; Girão *et al.*, 2013).

Através de um estudo feito em contribuição para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) no ano de 2002, foi proposta uma tabela classificando os processos erosivos observados no litoral do estado de Pernambuco. A praia de Casa Caiada foi classificada com um nível intenso de erosão, tendo como seus indícios erosivos: retrogradação da linha de costa, com forte diminuição na largura da praia ao longo dela e destruição e/ou soterramento de estruturas rígidas artificiais construídas sobre depósitos holocênicos na pós praia, antepraia ou zona de *surf*.

O presente trabalho tem como objetivo utilizar imagens de satélites e do *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), ferramenta disponibilizada gratuitamente pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional), bem como métodos estatísticos presentes no DSAS, a fim de analisar os padrões de posições da linha de costa na praia de Casa Caiada durante os anos de 2018 a 2020.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

A metodologia do presente trabalho consiste da aquisição e processamento de imagem de satélite, para a avaliação das taxas de retrogradação e progradação através das posições históricas da linha de costa analisada, obtidas através do sensor remoto orbital Landsat 8, coletadas através do *Google Earth Pro* para os anos 2018 a 2020. Após a aquisição das imagens, as mesmas foram georreferenciadas em ambiente GIS.

A vetorização das linhas de costa foi realizada de forma manual, levando em consideração a diferença da cor dos *pixels* marcados nas imagens como feições de continente e oceano (Chacanza *et al.*, 2022).

A partir da delimitação das linhas de costa, foram realizados os processos de tratamento para a utilização de dados no Sistema Digital de Análise Costeira (*Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), desenvolvido por Himmelstoss *et al.* (2018), que permite o cálculo das lacunas entre as posições da linha costeira durante períodos definidos, permitindo calcular as mudanças da linha costeira.

O DSAS controla as seguintes características da linha costeira: mudança da linha costeira, dinâmica histórica, cálculo e modelagem da linha costeira (Oyedotun, 2014). Para a análise de tais características foram usados os seguintes métodos estáticos disponíveis no DSAS: Movimento Líquido da Costa (*Net Shoreline Movement* (NSM),

Taxa do Ponto Final (*End Point Rate* (EPR) e Taxa de Regressão Linear (*Linear Regression Rate* (LRR).

O NSM está relacionado à data e requer apenas duas linhas costeiras, calculando a distância total entre as linhas costeiras mais novas e mais antigas. O EPR descreve os padrões espaciais de mudanças de linha costeira dividindo a distância entre sua posição inicial e a posição mais recente da linha costeira. Já o LRR utiliza inteiramente dados existentes para calcular a taxa de variação a longo prazo.

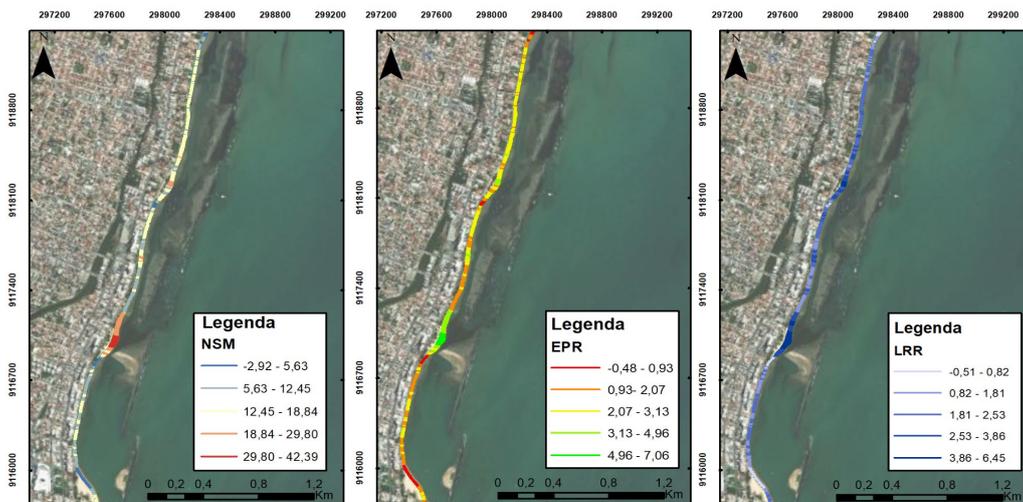
Assim, os valores positivos e negativos dos três métodos estatísticos mostram o movimento da linha costeira em direção ao mar e em direção a terra, respectivamente (Thieler *et al.*, 2009; Yasir *et al.*, 2020).

A partir das métricas utilizadas por meio do DSAS com base nas pesquisas nas pesquisas de Esteves e Finkl (1998), Del Río *et al.* (2012) e Silva Neto *et al.* (2020), foram consideradas as seguintes classes, de acordo com os processos de retrogradação e progradação: retrogradação severa (Mínima < - 3 m/ano), retrogradação moderada (-3 m/ano a -2 m/ano), retrogradação baixa (- 2 m/ano a -1 m/ano), estabilidade (- 1 m/ano a +1 m/ano), progradação baixa (+ 1 m/ano a +2 m/ano), progradação moderada (+ 2 m/ano a +3 m/ano) e progradação severa (+3 m/ano < Máxima) aplicados aos transectos gerados na análise da mudança da linha de costa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a aplicação dos métodos estatísticos foi possível observar que as classes voltadas aos processos de progradação para o período analisado tem maior representação, tanto em distribuição quanto em frequência. A dominância dos valores positivos ressaltou em tal contexto, em que os valores negativos que majoritariamente representam os processos de retrogradação possuem pouca representação, estando concentrados em pequenas faixas.

Figura 1 - Métodos estatísticos NSM, EPR e LRR aplicados a linha costeira de Casa Caiada (2018 a 2020).



Fonte: Os autores (2024).

Dentro da classificação proposta e baseando-se em Esteves e Finkl (1998), Del Río et al. (2012) e Silva Neto et al. (2020), das sete classes observadas na classificação, apenas quatro foram identificadas, sendo elas: Estabilidade, Progradação baixa, Progradação moderada e Progradação severa.

A distribuição dos valores das classes de progradação baixa e moderada podem ser observadas em toda a estação da linha de costa da área analisada; já os valores da classe de estabilidade encontram distribuídos de forma espaçada em pequenos trechos da linha de costa. Por fim, os valores referentes a classe de progradação severa se encontra de forma concentrada em uma faixa específica próxima ao centro a linha de costa, onde é possível observar na figura 2 a proximidade desse setor com as estruturas de contenção (quebra-mar) que pode estar relacionado com os valores de progradação elevados deste trecho.

Tais características podem ser atribuídas a presença de estruturas construídas preteritamente, com o objetivo de reduzir os impactos da erosão costeira.

A presença das estruturas antropicas pode ser destacada devido à grande suscetibilidade do litoral brasileiro aos processos retrogradativos, como destacado por Manso *et al.*, (2006), além de ressaltar a preocupação de tais processos devido a ocupação das áreas costeiras, onde os processos erosivos causam diferentes impactos para a população residente, sobretudo as construções “a beira mar”, que devido a expansão urbana passaram a ocupar áreas de fundamental importância para a dinâmica sistêmica do ambiente costeiro, gerando a intensificação dos processos de retrogradação.

Assim, se tornam cada vez mais necessários a existência de planos de gerenciamento costeiro a fim de propor meios de contramedidas para a mitigação dos processos de erosão costeira, sendo necessário que se dê atenção na determinação das posições de linhas de costa e em sua evolução ao longo de tempo. Atualmente, esse é o procedimento mais encontrado nos estudos e monitoramento de ambientes costeiros propensos a tais processos (Graaf e Koster; Costa, 2019).

Figura 2 - Classificação de taxas de deslocamento de linha de costa entre os anos de 2018 a 2020.



Fonte: Os autores (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho apresentam uma compilação de dados que levam a importância das análises de dinâmicas costeiras e de que maneira tais dinâmicas podem causar impactos para a sociedade, tendo em vista a ocupação nos setores costeiros. Para além, os resultados obtidos também podem ser relacionados com aspectos antrópicos pretéritos, que tiveram com objetivo a redução das ações erosivas como quebra-mares, que puderam ser observados na área de estudo, gerando alterações nas dinâmicas de retrogradação e progradação, levando a diferentes escalas de progradação.

Ainda é importante ressaltar que o presente estudo necessita de maior aprofundamento, visando a utilização de outras métricas em conjunto com as análises realizadas para que se alcançar uma maior robustez em futuras análises.

**Palavras-chave:** Praia de Casa Caiada; Olinda-PE, Dinâmicas costeiras.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C. B.; SOUZA, S. T.; CHAGAS, A. C. O.; BARBOSA, S. T. C.; COSTA, M. F. Análise da ocupação das praias em Pernambuco, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada. v. 7, n. 2, p. 97-102. 2007.

BELTRÃO, A. L.; MAIA J. T. A. e OLIVEIRA, M. L. Diagnóstico Ambiental do Município de Olinda: Uma Contribuição ao Plano Diretor. Recife, 160p. 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil: na escala da união. Brasília, DF: MMA, 1996.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro-II. Brasília, 1997.

CHACANZA, M. S.; ALMEIDA, N. M. de; FREIRE, G. S. S.; SILVA NETO, C. A.; ABREU NETO, J. C. de; 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.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 41, n. 4, p. 887 - 903, 2022.

CHACANZA, M.; ALMEIDA, N. F.; GEORGE, N.; NETO, C. A.; ABREU NETO, J. C.; JALANE, O. 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. *GEOCIENCIAS*, 41(4), 887-903. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v41i04.16718>, 2022.

COSTA, L.R.F.G. **Geotecnologias aplicadas ao monitoramento da cobertura sedimentar do litoral de Icapuí (Ceará) entre 1985 e 2018.** 143 p. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2019.

COSTA, M.; SOUZA, S. T. DE. A Zona Costeira Pernambucana e o caso especial da Praia da Boa Viagem: Usos e Conflitos. In: *Construção do Saber Urbano Ambiental: a caminho da transdisciplinaridade.* Ed. Humanidades, Londrina. ISBN 85-8901120-8, 2002.

DEL RÍO, L.; GRACIA, F.J.; BENAVENTE, J. Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphology*, v. 196, p. 252-266, 2012.

ESTEVES, L.S. e FINKL, C.W. The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches. *Journal of Coastal Research*. SI, n. 26, p. 11-18, 1998.

GRAAFF, J.V. e KOSTER, M.J. Dune and beach erosion and nourishment. In: PILARCZYK, K.W. (editor). *Coastal Protection.* Balkema, Rotterdam, 1990.

Girão, O.; Corrêa, A.C.B.; Nobrega, R.S.; Duarte, C.C. O Papel do Clima nos Estudos de Prevenção e Diagnóstico de Riscos geomorfológicos em Bacias Hidrográficas na

Zona da Mata Sul de Pernambuco. In: Guerra, A.J.T. and Jorge, M.C.O., Eds., *Processos Erosivos e Recuperação de áreas Degradadas*, Oficina de Textos, São Paulo, 126-159, 2013.

LINS DE BARROS, F. M. e BUOLHÕES, E. M. R. **Geomorfologia costeira e riscos: diferentes abordagens, contribuições e aplicabilidades.** In: ANAIS DO VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA / Regional Conference on Geomorphology, Goiânia – 6 a 10 de setembro de 2006.

LINS DE BARROS, F. M. RISCO, VULNERABILIDADE FÍSICA À EROSÃO COSTEIRA E IMPACTOS SÓCIO-ECONÔMICOS NA ORLA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE MARICÁ, RIO DE JANEIRO. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S. l.], v. 6, n. 2, 2005.

MANSO, V. do A. V.; COUTINHO, P. da Nóbrega; GUERRA, N. C.; SOARES JR., C. de A. *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

OYEDOTUN, D. T. Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis, *Geomorphol. Techn.*, vol. 3, no. 2.2, pp. 1-12, 2014.

PEREIRA, P. S., et al. *Atlas de vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas em Pernambuco*. Recife: Editora Universitária UFPE, 2015.

SILVA NETO, C.A.; DUARTE, C.R.; SOUTO, M.V.S.; FREIRES, E.V.; SOUSA, W.R.N.; SILVA, M.T. Caracterização dos setores erosivos e deposicionais da linha de costa de Icapuí (CE) com base em produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 01. 143-155. 2020.

V Simpósio de Geografia Física do Nordeste: Mudanças Ambientais e as transformações na paisagem no Nordeste brasileiro. In.: SILVA, E. P. da; SILVA, A. B. da; MACENA, M. B. M. de; SILVA, W. F. da; GIRAO, O. Morfodinâmica atual da praia de Pau Amarelo: identificação de pontos de erosão costeira. v.1, p. 1225-1237. 2024