

Uso do Digital Shoreline Analysis System para identificação de efeitos sazonais/rotacionais do posicionamento da linha de costa no arco praial Arpoador-Leblon, RJ

Neves dos Santos, L. (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) ; Santos Dantas, G. (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) ; Honorio Gomes Ferreira, L. (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) ; Padela Girão dos Santos, L. (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) ; Gonçalves Pereira, T. (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO)

RESUMO

O presente estudo propõe o uso de recursos geotecnológicos para analisar o comportamento cíclico e sazonal da linha de costa no arco praial do Leblon- Arpoador, RJ. A metodologia utilizada consistiu em utilizar a ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) sobre imagens de satélites obtidas no Google Earth, ao qual todas as linhas de costas foram vetorizadas utilizando o contato úmido-seco como indicador de posição, visando uma análise de comportamento cíclico numa escala interanual de análise. Os resultados apresentados apontam para uma acumulação no setor leste e recuo discreto no setor oeste durante o verão, enquanto no inverno, ocorre o inverso, com recuo mais evidente no setor leste e acumulação no setor oeste, confirmando o efeito rotacional do arco de praia a partir de um controle sazonal bem marcado.

PALAVRAS CHAVES

Linha de Costa; DSAS; Efeito Rotacional; Efeito Sazonal; Morfodinâmica praial

ABSTRACT

This study proposes the use of geotechnological resources to analyze the cyclic and seasonal behavior of the coastline in the Leblon-Arpoador beach arc, Rio de Janeiro. The methodology used involved the use of the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) on satellite images obtained from Google Earth, where all coastlines were vectorized using the wet-dry contact as a position indicator, aiming to analyze cyclic behavior on an interannual scale. The results indicate an accumulation in the eastern sector and a discreet retreat in the western sector during summer, while in winter, the opposite occurs with a more evident retreat in the eastern sector and accumulation in the western sector, confirming the rotational effect of the beach arc with a well-marked seasonal control.

INTRODUÇÃO

A linha de costa (LC) é um elemento fundamental na caracterização físico- ambiental dos litorais e, embora definida como o ponto de encontro entre o mar e o continente (Dolan et al., 1980), a natureza desta interface é dinâmica em sua escala temporal e espacial. É impulsionada por processos oceanográficos, como as ondas e marés e fenômenos meteorológicos e, devido a interação dessas forçantes com as características sedimentares dos depósitos praias, resultam em respostas morfológicas do sistema. O comportamento da linha de costa pode manifestar diferentes aspectos dinâmicos e evolutivos de uma determinada zona costeira, como tendências de erosão, progradação ou estabilidade (MARTINS, 2004; ROCHA e FERNANDEZ, 2021), mas também, a partir de uma análise adequada em termos de escala espacial e resolução temporal, comportamentos cíclicos sobre a morfodinâmica associada a variação de forçantes costeiras de curto prazo (MORTON, 1991). Estudos realizados por Boak e Turner (2005) mostram a importância desses agentes na configuração da linha de costa e na compreensão dos processos de erosão e sedimentação do litoral onde a identificação da mesma envolve duas etapas: a primeira requer a seleção e definição de uma característica indicadora de uma LC e a segunda é a detecção do comportamento da LC a partir de uma fonte de dados adequada. Praias encaixadas entre promontórios tendem a conter os sedimentos sem trocas significativas com áreas vizinhas, fazendo com que a morfodinâmica condicionada a ação de ondas de tempo bom e de tempestade cause um efeito de maior mobilidade da linha de costa em seus pontos extremos a partir da acumulação ou retirada dos sedimentos

próximo à esses promontórios. Esses sedimentos podem ser transportados longitudinalmente à praia, promovendo erosão em algumas áreas e deposição no lado oposto e alternando-se de acordo com o clima e obliquidade da ocorrência de ondas que a praia está sendo exposta, causando assim um movimento rotacional no sentido horário ou anti-horário da linha de costa (BRYAN et al., 2013; PEREIRA et al., 2019; GOUVEIA, 2015). Portanto, o efeito da deposição e acresção de sedimentos que alterem o posicionamento da LC pode estar relacionado a uma resposta à variação sazonal do clima de ondas do local, em que, não necessariamente, se apresenta como um evento contínuo de erosão ou acumulação da faixa de areia, mas sim, gerando movimentos sazonais de comportamento da linha de costa (FERREIRA et al., 2004). Com o avanço da tecnologia de imageamento por sistemas orbitais, os satélites têm se tornado um ótimo aliado para os estudos de variação das LCs. Com sensores mais potentes e imagens sendo geradas diariamente, é possível utilizá-los em conjunto com as geotecnologias como método de detecção (LUIJENDIJK et al., 2018). O uso do Digital Shoreline Analysis System (DSAS) para análise em uma escala interdecadal vem se tornando comum nos trabalhos acadêmicos, porém o uso para fenômenos sazonais, mostra-se carente. Posto isso, a escassez de referências sobre o uso do DSAS para o estudo de comportamento de LC, que não seja baseado em tendências absolutas de resultantes de progradação ou retrogradação, fez com que o presente trabalho tenha como objetivo realizar a análise do efeito sazonal no arco praiado Arpoador-Leblon, utilizando imagens da plataforma Google Earth Pro, com o auxílio da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) disponível no software Arcmap 10.5. Assim sendo, este trabalho procurou contribuir para aplicação das alternativas metodológicas disponíveis, com o objetivo de analisar a mobilidade da linha de costa e seus efeitos de características cíclicas e sazonais.

MATERIAL E MÉTODOS

Na área de estudo encontram-se as praias urbanas do Arpoador, de Ipanema e Leblon, zona sul da cidade do Rio de Janeiro (Figura 1). São praias com forte presença de urbanização e estruturas artificiais na sua retaguarda, além de um sistema lagunar com conexão com o mar por meio de um canal dragado. Com regime de micromaré e sem desembocaduras fluviais próximas, as forçantes principais são as ondas, que apresentam um padrão bimodal bem definido com ondas de tempo bom e de tempestade (MUEHE, 1998; PARENTE et al., 2014; KLUMB-OLIVEIRA, 2015). Esse padrão é condicionado por (i) sistemas de alta pressão no Atlântico sul, como o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), responsável pelas condições atmosféricas de estabilidade, com ventos e ondulações provenientes de ENE; e (ii) por sistemas frontais e ciclones extratropicais que originam ventos e ondulações provenientes de SE, S e SSO e são os responsáveis pelas formações de tempestades e as condições denominadas de mau tempo. (PARENTE et al., 2014). Para a elaboração da base de dados, foi necessário o uso de imagens do Google Earth Pro nos meses referentes às estações de verão e inverno para identificar a sazonalidade no comportamento LC. Na captação das imagens foi possível observar que o Google trabalha com mosaicos de imagens de satélites sendo limitada a quantidade de imagens para região do arco praiado do Arpoador - Leblon e impedindo a manipulação dos metadados. Porém, o uso desta traz benefício para análise devido a sua resolução temporal (desde 2015, nas imagens utilizadas neste trabalho) e espacial, de 1,5 m e portanto melhor que as de uso gratuito como dos satélites Sentinel e Landsat (de resolução de 10m e 30m, respectivamente). Por meio do mosaico de imagens aéreas ortorretificadas pelo IBGE 2005, fizemos o georreferenciamento das imagens escolhendo pontos controle identificáveis na amostra temporal (2015-2021). Foi então realizada a LC para os seguintes períodos de verão: fev/2015, fev/2016, dez/2017, jan/2019, jan/2020 e fev/2021; e inverno: ago/2015, jul/16, jul/18, jul/19, jul/20 e jul/21. Em seguida foi necessário, por contraste visual, definir o indicador da posição da LC utilizando o limiar de contato úmido-seco do sedimento (BOAK e TURNER, 2005; MACHADO, 2020; MACHADO et al., 2021; ROCHA e FERNANDEZ, 2021) para realizar a construção das feições vetoriais, sendo assim definindo a linha de costa (LC). Após todas as feições criadas para os seis anos (verão e inverno), foi utilizado a ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS). O DSAS é um software de computador desenvolvido pelo US Geological Survey, o qual é capaz de calcular estatísticas de taxa de variação da linha costeira a partir de múltiplas posições, permitindo assim a análise da mudança histórica da referida linha. Entendendo que a ferramenta DSAS foi planejada para analisar tendências da linha de costa (MACHADO, 2020; FARIAS e MAIA, 2010; TEIXEIRA et al. 2021; FERREIRA, 2019), tornou-se necessário adaptar os processos para que o programa pudesse construir

dados consistentes para que seja possível identificar alguma dinâmica sazonal que poderia ocorrer no arco praial Arpoador-Leblon. A etapa seguinte foi de criar 22 pontos com espaçamento entre eles de 180 metros ao longo do arco praial. Por meio dos pontos concebidos, foi construída uma LC média como resultado da média aritmética da largura da praia das 6 LC's de verão e das 6 LC's do inverno. A largura da praia foi calculada pela distância perpendicular entre a linha que divide a praia do calçadão e a linha de contato úmido-seco do sedimento nesses 22 pontos. Em seguida, a ferramenta de aplicação do DSAS foi utilizada para calcular a diferenciação de distanciamento entre elas e criar os transectos evidenciando maior ou menor distância entre as duas LC médias. Foi possível calcular também a discrepância máxima entre verão e inverno no arco praial em suas extremidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do DSAS apresentou respostas consistentes indicando fatores de dinâmica sazonal e efeito rotacional ao longo do recorte espacial e durante a faixa temporal analisada. Os resultados sobre a amplitude entre as LCs médias fornecidos pelo DSAS (Figura 2), apresentam no setor oeste (Praia do Leblon) uma diferença acima de 20% de largura da praia nos meses de verão, comparado com os meses de inverno (P1: 28,82% ; P2: 20,79% ; P3: 22,28%). Essa diferença em termos de largura da praia é de 33,02m, 31,26m e 25,74m para esses três pontos, respectivamente. No setor central, o comportamento da praia possui maior moderação na variação da posição da linha de costa, onde o P5 até o P15 apresenta um percentual de 12% até 15% a mais na largura da praia nos meses de verão. A diferença entre as larguras médias de verão/inverno são equivalentes a P5: 14,82m; P6: 17,1m; P7: 20,82m; P8: 14,72m; P9: 20,6m; P10: 20,47m; P11: 18,6m; P12: 21,02m; P13: 23,29m; P14: 22,59m; P15: 22,79m. Acredita-se que a maior estabilidade desse setor pode estar relacionada à constante recepção de sedimentos do transporte longitudinal originados da Praia do Leblon e Arpoador, bem como à influência da zona de sombra causada pelo arquipélago das Ilhas Cagarras, que protege a praia da incidência direta das ondas de alta energia (BULHÕES, 2006). A partir do P18, setor leste do arco, onde localiza-se a Praia do Arpoador, a amplitude de variação da largura média entre verão/inverno diminui. Esta tendência de queda mantém-se pelos pontos P19 e P20 (sendo o menor valor 0,27%), onde no P20 se invertem as linhas e as linhas médias de verão passam a ser mais recuadas que as de inverno. É importante destacar que a largura da faixa de areia no Arpoador é a porção mais estreita do arco praial. Do P21 ao P22 é possível analisar uma pequena tendência de aumento da LC de inverno para a de verão (3,75% e 9,37%, respectivamente), o que representa uma largura média de 35,79m e 35,03m no inverno para o P21 e P22 e de 33,20m e 28,95m no verão para os mesmos pontos. Além do uso da ferramenta DSAS com as linhas de costa médias de verão e inverno, é interessante analisar as maiores discrepâncias nas extremidades do arco de praia obtidos para a observação do fenômeno conhecido como efeito rotacional de praia, ou beach rotation. A rotação de praia ocorre devido às trocas de sedimentos ao longo da costa, o que pode representar uma parcela significativa da largura da praia. Harley et al. (2011) atribuem esse fenômeno à mudanças de até 26% entre pontos extremos de um arco praial, por exemplo. Segundo Bryan et al. (2013) é definida como os movimentos da linha de costa por unidade de distância e ocorre devido ao transporte de areia entre as extremidades opostas de praias recortadas por promontórios rochosos. Essas trocas de areia ao longo da praia são atribuídas a mudanças periódicas ou de longo prazo no clima de ondas, especialmente na direção de incidência das ondas (SHORT e MASSELINK, 1999). Com o objetivo de identificar os valores máximos de variação da linha de costa nas extremidades do arco e, conseqüentemente, determinar o efeito rotacional na área de estudo, foram selecionadas duas linhas de costa: uma referente ao verão de 2017 (dez/17) e outra ao inverno de 2020 (jul/20). Na linha de verão, o setor oeste possui uma largura de praia de 121 metros e 19 metros na porção leste, enquanto que na linha de inverno os valores foram de 14 metros de largura a oeste e 74 metros a leste do arco. A discrepância das amplitudes máximas entre as linhas de verão e inverno é de 107 metros, o que representa uma variação de 88% da largura máxima do perfil no setor oeste. Já na porção leste é de 55 metros, sendo uma variação de 74% de sua largura máxima. É possível visualizar, na figura 3, as LCs se cruzando no setor centro-leste. De acordo com os dados apresentados, tanto dos valores de largura média da praia no verão e inverno, como nas LCs com maiores discrepâncias encontradas, mostram tendência de efeito rotacional da praia no através de um controle sazonal no clima de ondas, que afeta diretamente a morfodinâmica de praia de maneira distinta nos extremos do arco praial. Essa influência sazonal na morfodinâmica

de praia foi identificada por Carvalho et al. (2021), onde a orientação leste- oeste das praias oceânicas urbanas da cidade do rio de janeiro são expostas aos eventos meteoceanográficos de alta energia, sendo o inverno com maior magnitude desses eventos. Segundo Gonçalves et al. (2021), a partir de levantamentos de perfis de praia, os pontos extremos desse arco praial (Leblon e Arpoador) são os que mais possuem variação na sua largura, associando isso a uma deriva litorânea que sazonalmente muda de direção predominante devido à direção de incidência de ondas. Para Klumb-Oliveira (2015) o clima de ondas para o litoral sul fluminense, demonstrou predomínio de condições de baixa e média energia, com ondas de maior frequência (1-2m) provenientes de ENE-ESE com menores períodos, notadamente entre os meses de primavera e verão. Ondas mais altas provenientes dos quadrantes S aumentam o estado de agitação marítima, com altura significativa acima de 2m e períodos mais longos, que predominam no outono e inverno, segundo o mesmo autor. Em concordância com as referências citadas, é importante ressaltar a influência do clima de ondas na dinâmica morfológica das praias arenosas na área de estudo. As variações sazonais mostram diferenças significativas nos ângulos de incidência e alturas das ondas. No entanto, é importante destacar que as ondas de tempestade podem ter maior influência no transporte transversal de sedimentos do que no transporte longitudinal. O movimento rotacional observado neste estudo, no sentido horário de verão para inverno e anti-horário de inverno para verão, pode estar relacionado não apenas com a deriva longitudinal de sedimentos na LC, mas também pode ser potencializado pelo transporte transversal devido à erosão dos estoques sedimentares emersos e deposição para além da zona de arrebentação, formando bancos arenosos submersos durante tempestades subsequentes em áreas distintas. Esse processo pode levar à diminuição significativa da largura média da praia no inverno em praticamente todo o arco praial, salvo o ponto extremo leste do arco praial, onde a linha de costa média se mostrou timidamente maior no inverno. Dessa forma, os dados aqui apresentados sugerem (mas não necessariamente implicam) uma troca de sedimentos ao longo da costa entre as regiões oeste e leste do arco de praia.

Figura 1

Localização do Arco Praial Arpoador-Leblon (Rio de Janeiro-RJ)



Legenda

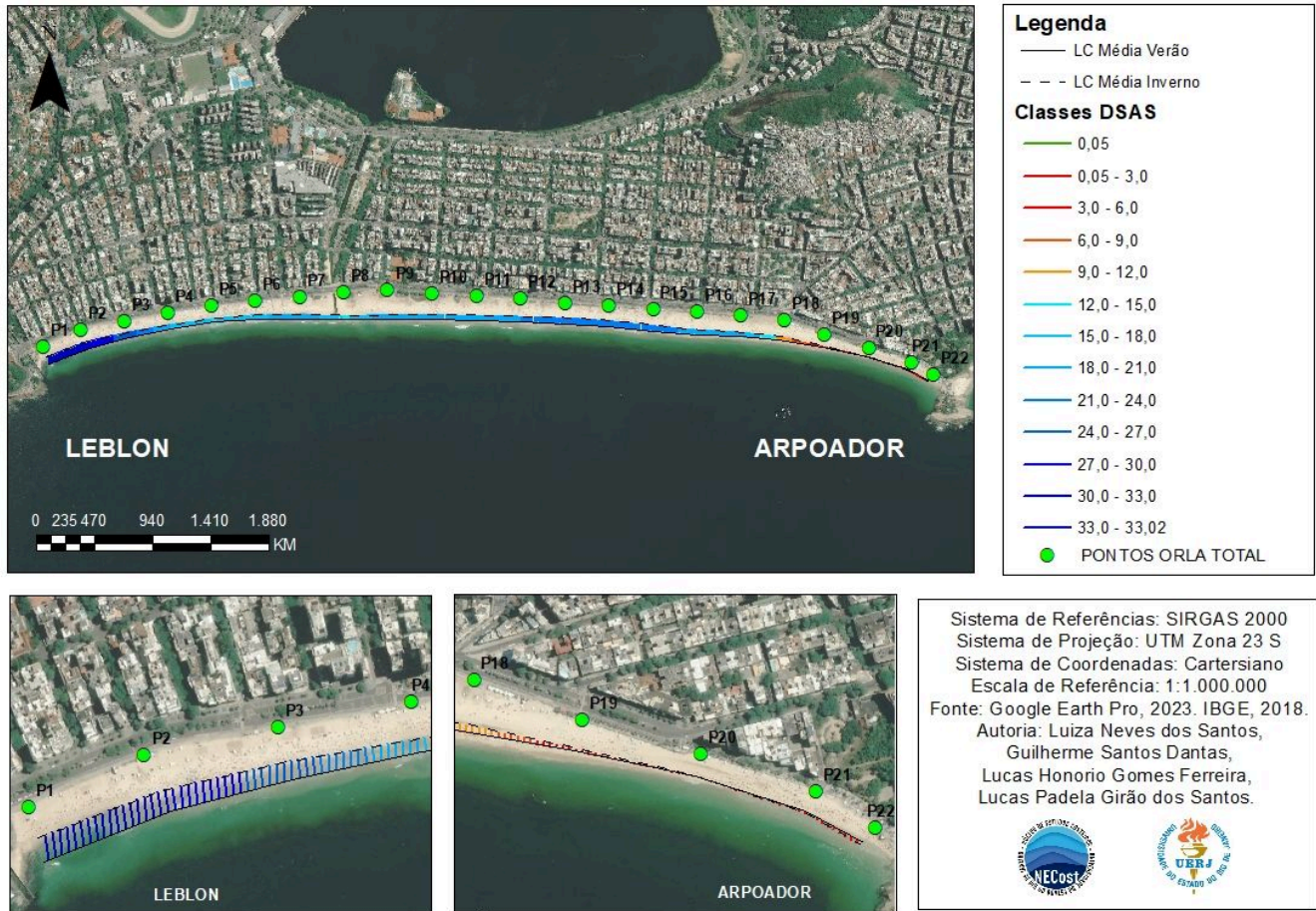
— Arco Praial Arpoador-Leblon



Sistema de Referências: SIRGAS 2000
Sistema de Projeção: UTM Zona 23 S
Sistema de Coordenadas: Cartesiano
Escala de Referência: 1:1.000.000
Fonte: Google Earth Pro, 2023.
IBGE, 2018.
Autoria: Luiza Neves dos Santos,
Guilherme Santos Dantas,
Lucas Honorio Gomes Ferreira,
Lucas Padela Girão dos Santos

Mapa de localização da área de estudo

FIGURA 2



linhas de costas médias e classes do DSAS

FIGURA 3



<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PONTOS ORLA TOTAL — MAIOR DISCREPÂNCIA INVERNO 07/20 — MAIOR DISCREPÂNCIA VERÃO 12/17 	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Sistema de Referências: SIRGAS 2000 Sistema de Projeção: UTM Zona 23 S Sistema de Coordenadas: Cartesiano Escala de Referência: 1:1.000.000 Fonte: Google Earth Pro, 2023. IBGE, 2018.</p> <p>Autoria: Luiza Neves dos Santos, Guilherme Santos Dantas, Lucas Honorio Gomes Ferreira, Lucas Padela Girão dos Santos</p>
---	---

mapa das linhas de costa com maior discrepância de verão e inverno

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados apresentados, é possível concluir que as análises realizadas para caracterização da influência sazonal e efeito rotacional da linha de costa através dos dados gerados pelo DSAS, são satisfatórios e corroboram com a literatura existente. O comportamento da linha de costa como os evidenciados no presente trabalho é um processo fundamental para compreender a morfodinâmica das praias, pois ocorre geralmente como uma resposta rápida a erosão por eventos climáticos intensos e durante a recuperação dos estoques sedimentares por incidência de ondas construtivas, e/ou de orientação distinta, aumentando a largura da praia por deriva litorânea. Tal comportamento não implica necessariamente em perda ou ganho de sedimentos no sistema costeiro, mas uma troca de sedimentos ao longo da costa, tanto através de processos longitudinais quanto transversais. No entanto, as estruturas urbanas em faixa dinâmica da orla podem interferir nesse transporte sedimentar, comprometendo a estabilidade e aumentando a vulnerabilidade dessas áreas à eventos extremos. Apesar de a ferramenta não ser planejada para o tipo de análise apresentada, com algumas adaptações no processo, como por exemplo, trabalhar com médias de largura da praia e de posição da linha de costa para verão e inverno, foi possível fazê-la produzir dados consistentes sobre a problemática da pesquisa. Posto isso, entende-se a possibilidade do uso do DSAS para análise de fenômenos de curto período e cíclicos, numa escala interanual de análise, e não apenas de longo prazo com alguma tendência estabelecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BOAK, E.H. & TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: a review. *Journal of Coastal Research*, v. 21, n. 4, 2005.

BRYAN, K.R.; FOSTER, R. ; MACDONALD, I. Beach rotation at two adjacent headland-enclosed beaches. *Journal of Coastal Research*, n. 65 (10065), p. 2095-2100, 2013.

BULHÕES, E.M.R. Caracterização Físico-Ambiental do Litoral da Cidade do Rio de Janeiro. Monografia de Graduação. Dpto. de Geografia UFRJ, 2003.

BULHÕES, E. M. R. Condições Morfodinâmicas Associadas a Riscos aos Banhistas. Contribuição à Segurança nas Praias Oceânicas da Cidade do Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. Dpto. de Geografia UFRJ, 2006.

CARVALHO, B.C.; LINS-DE-BARROS,, F. M.; DA SILVA, P. L.; PENA, J. D. N. & GUERRA, J. V. I. Morphological variability of sandy beaches due to variable oceanographic conditions: a study case of oceanic beaches of Rio de Janeiro city (Brazil). *Journal of Coastal Conservation*, v. 25, p. 1-16, 2021.

DE FARIAS, E. G. G.; MAIA, L. P. Uso de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 10, n. 4, p. 521-544, 2010.

DOLAN, R.; HAYDEN, B.P.; MAY, P., and MAY, S.K., 1980. The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs. *Shore and Beach*, 48(4), 22-29

FERREIRA, T. A. B. Aplicação de sistema de análise de linha de costa (Digital Shoreline Analysis System) para avaliação de mudanças costeiras no delta do Parnaíba. 2019. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

GONÇALVES, M. S.; VASCONCELOS, S. C. ; SANTOS, I. S. Caracterização de variação sazonal da largura da praia no arco praiar entre Arpoador-Leblon, Município do Rio de Janeiro. In: XIII Simpósio Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia: Complexidade e Interescalaridade da Paisagem, 2021, Juiz de Fora. Anais do XIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2021.

GOUVEIA SOUZA, C.R. Variabilidade morfológica e granulométrica e balanço sedimentar de uma praia em rotação praiar. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 6, n. 1, 2015.

HARLEY, M. D., TURNER, I., SHORT, A. & RANASINGHE, R. 2011. A re-evaluation of coastal embayment rotation: the dominance of cross-shore versus alongshore sediment transport processes, Collaroy-Narrabeen Beach, southeast Australia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 116(F4), 4033.

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; Ranasingher, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G. & AARNINKHOF, S. The State of the World's Beaches. *Nature Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

MACHADO, B.A. O Comportamento de linha de costa na interação praia-duna no flanco sul do delta do Rio Paraíba do Sul (RJ). Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2020.

MACHADO, B. A.; ROCHA, T.B ; OLIVEIRA FILHO, S. R. . Evolução de linha de costa entre as praias de Atafona e Grussaí (RJ) em escala interdecadal (1954-2018), através da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia: Complexidade e Interescalaridade da Paisagem, 2021, Juiz de Fora. Anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2021.

MARINO, M.T.R.; FREIRE, G.S.S. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. *Revista de*

Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 13, n. 1, p. 113-129, 2013.

MARTINS, L. R.; TABAJARA, L. L.; FERREIRA, E. R. Linha de Costa: problemas e estudos. Revista Gravel, Porto Alegre, n.2, p. 40-56, 2004.

MORTON, R.A., 1991. Accurate shoreline mapping: past, present, and future. Proceedings of the Coastal Sediments '91 (Seattle, Washington), pp. 997-1010.

MUEHE, D; VALENTINI, Enise. O litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 1998.

KLUMB-OLIVEIRA, L. A. Variabilidade interanual do clima de ondas e tempestades e seus impactos sobre a morfodinâmica de praias do litoral sudeste do estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PARENTE, C.E., NOGUEIRA, I.C.M., MARTINS, R.P. e RIBEIRO, E.O. Climatologia de Ondas. In: Martins, R.P. & Matheson, G.S.G (editores). Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste: Meteorologia e Oceanografia. Rio de Janeiro: Elsevier, in press (Série Habitats). 2014.

PEREIRA, T. G.; SALIBA, A.; GUZZO, A. Efeito rotacional de praia associado a erosão em trecho de orla: Praia da Macumba, Rio de Janeiro/RJ. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2019, Ceará. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2019.

PEREIRA, T. G., DE OLIVEIRA FILHO, S. R., DE ARAUJO MORAES, C. P. R., & LESSA, A. C. P. Impacto das Tempestades de 2016 em Orla Urbanizada: Arco Praial de Piratininga, Niterói-RJ. Revista do Departamento de Geografia, p. 75-84, 2017.

ROCHA, T. B.; MAGALHÃES, B. L.; & FERNANDEZ, G. B. Escalas interdecadal e interanual na avaliação da dinâmica da linha de costa: Um estudo de caso nas praias de Rio Das Ostras (RJ). Revista da ANPEGE, v. 17, n. 33, p. 146-161, 2021.

ROCHA, T.B; FERNANDEZ, G.B. Dinâmica da Linha de Costa: Potencialidades, Limitações e Reflexões na Geografia. In: LIMONAD, E; BARBOSA, J.L.. (Org.). Geografias, Reflexões Conceituais, Leituras da Ciência Geográfica, Estudos Geográficos. 1º Ed. São Paulo: Editora Max Limonad, v. 1, p. 406-425, 2020.

SHORT, A. D. & MASSELINK, G. 1999. Embayed and structurally controlled beaches. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics, 1(999), 230-249.

TEIXEIRA, C. P. B., SOUTO, M. V. S., PINHEIRO, L. R. D. S. G., DE MATOS, M. D. F. A., & GOMES, D. D. M. Análise da evolução costeira no município de Beberibe, estado do Ceará, entre os anos de 1979 a 2019. Revista de Geociências da UNESP, v. 40, n.4, p. 1005-1031, 2021.