

# **USO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA COMO SUBSÍDIO A ANÁLISE DE RISCO À EROSÃO COSTEIRA DA PRAIA DO MORRO DAS PEDRAS – FLORIANÓPOLIS/SC**

Luiz Phelipe Flor Pereira <sup>1</sup>  
Taísa Comerlato <sup>2</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Os ambientes costeiros apresentam diversas particularidades geomorfológicas, sobretudo, em decorrência de posicionarem-se em uma área de transição entre o continente e o oceano. Desta forma, as interações entre as forças meteorológicas (intensidade e direção de ventos, pressão e precipitações), astronômicas (marés) e oceanográficas (ondas, correntes oceânicas, costeiras e de marés) os modificam em diferentes escalas espaço-temporais (LISNIEWSKI, 2009).

A Geomorfologia Costeira se destaca, neste contexto, por abarcar estas complexidades, as quais se refletem nas paisagens através de uma variedade de feições geomorfológicas, marcadas pela interação entre processos erosivos e deposicionais em escalas espaço-temporais diferenciadas (ROSSETI, 2008). No Brasil, a compreensão desses processos e de suas influências sobre a configuração da paisagem se mostra ainda mais relevante, uma vez que grandes cidades estão localizadas na porção litorânea e têm na exploração turística da orla a sua principal fonte de recursos financeiros (MORAES, 2000). Neste sentido, Silveira *et al.* (2011), Mallmann *et al.*, 2014; Ribeiro, 2014; Pacheco, 2015 e Comerlato *et al.*, 2019 efetuaram o mapeamento das características morfodinâmicas das praias dos litorais de São Paulo, Pernambuco, Santa Catarina e Paraná, respectivamente, abordando o tema com a interpretação de imagens QuickBird.

---

<sup>1</sup> Graduado do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Santa Catarina - SC, [luizphe13@gmail.com](mailto:luizphe13@gmail.com);

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Santa Catarina - SC, [taisa.c@udesc.br](mailto:taisa.c@udesc.br).

Nesta classificação são reconhecidos seis diferentes estágios morfodinâmicos associados a diferentes regimes de ondas e marés, e estas podem ser analisadas e interpretadas por meio de sensoriamento remoto (SILVEIRA *et al.*, 2011) ou pela análise visual de imagens de satélite (MALLMAN *et al.*, 2014; RIBEIRO, 2014; PACHECO, 2015 e COMERLATO *et al.*, 2019), a partir da identificação de distintas características indicadoras dos estados morfodinâmicos (PACHECO, 2015).

Um dos aspectos fundamentais para o estudo da zona costeira e seu gerenciamento é o conhecimento da sua vulnerabilidade, este conhecimento é essencial, podendo ser usado para subsidiar o planejamento das ações protetivas e assim assegurar que as funções do sistema sejam mantidas frente ao processo de adaptação ou mitigação perante as perspectivas naturais e antrópicas (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Deste modo, este trabalho visa proporcionar maior entendimento das características morfodinâmicas ao longo da praia do Morro das Pedras, por meio da interpretação visual de imagens de satélites em diferentes estações do ano e assim oferecer subsídios para a identificação do risco a erosão costeira.

## ÁREA DE ESTUDOS

A ilha de Santa Catarina está situada no litoral Sul do Brasil, ocupa uma área de 426,6 km<sup>2</sup> possuindo um perímetro de 171,3 km dos quais 88km ou 50,5% correspondem a praias arenosas (HORN FILHO, 2006).

A área de estudo escolhida para o desenvolvimento deste trabalho faz parte das praias da costa leste da Ilha de Santa Catarina, o qual compreende o trecho que vai da ponta das Aranhas, ao norte, até a ponta da Armação, ao sul (Figura 1), fazendo parte do Sistema Praial Joaquina-Morro das Pedras tendo um comprimento total de 11.000 metros, sendo formada pelas praias da Joaquina, Campeche e Morro das Pedras.

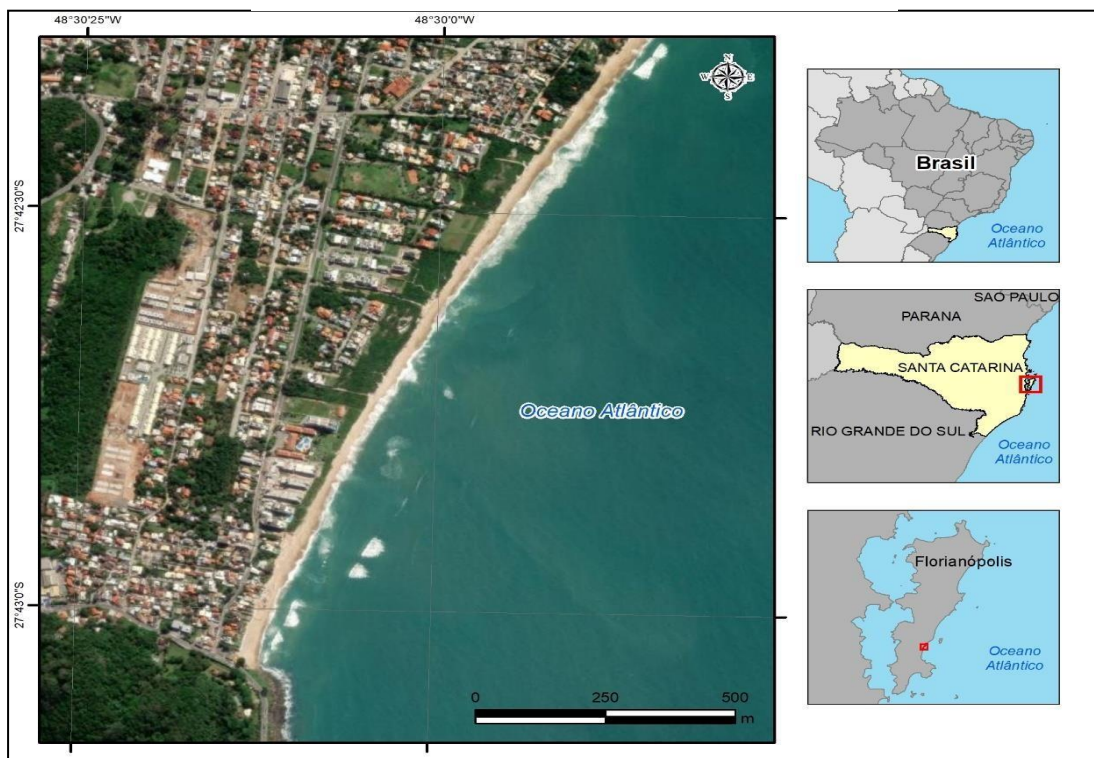
O Sistema Praial Joaquina-Morro das Pedras é um trecho caracterizado por praias voltadas ao mar aberto, no Oceano Atlântico (GOMES, 2020), tendo outras características praias extensas, largas e abruptas, estando na orientação NNE-SSW (HORN FILHO *et al.*, 2017).

Conforme Horn Filho et al. (2017), a Praia do Morro das Pedras constitui (verificar isso na citação) o último trecho do cordão arenoso que integra o Sistema Praial Joaquina-Morro das Pedras, com sua granulometria de predominância de tamanho médio nas porções norte e central, e grossas em sua porção sul da praia,

apresenta declividade média de 11° e largura média de 55m que variam ao longo da praia.

No Sistema Praial Joaquina-Morro das Pedras (TORRENTEGUY, 2002), a maior parte das ondas incidentes provem da direção sudeste, que nas estações de outono e inverno registram ondulações de maior intensidade, período e tamanho, com predominância de ondas de sul e sudeste. Durante a primavera e principalmente o verão, se caracterizam pela incidência de ondas da direção leste e nordeste, e pela baixa energia de ondas associadas.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fontes: os autores (2023).

As temperaturas na ilha sofrem influência marinha, registrando baixa amplitude térmica anual (8,8°C) e diária (4,2°C), com temperatura média anual de 20,4°C, no inverno oscilando entre 15°C e 18°C, e no verão entre 24°C e 26°C (NIMER, 1989).

Os ventos dominantes são de quadrante norte e nordeste, interrompidos por calmarias, seguidos pelos ventos de quadrante sudeste e sul, com rajadas de vento e frio, e por último de oeste e leste, com temporais (MONTEIRO, 1992).

O regime de marés da Ilha de Santa Catarina, segundo a Tábua de Marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil – DHN, é do tipo micromarés, de regime semi-diurno, cujas amplitudes máximas atingem 1,2 metros.

## **MATERIAIS E METODOS**

A classificação morfodinâmica foi baseada no método proposto por Silveira *et al.* (2011), que avalia as características morfodinâmica de praias via interpretação a partir de imagens de satélite, a saber: extensão das zonas de surfe e de espraiamento, presença de bancos, correntes de retorno e cúspides praias. Assim foi realizada a classificação da morfodinâmica praias pela técnica de sensoriamento remoto a partir da análise de imagens de satélite multiespectrais com resolução de 0,50m, disponíveis no aplicativo Google Earth e que abrangem o período compreendido de 2019 a 2021.

A escolha das cenas considerou a melhor resolução espacial disponível, a maior cobertura contínua de mesma data de aquisição e a menor ocorrência de nuvens, buscando selecionar imagens que representasse as 4 (quatro) estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) e a lua vigente do período, com base na pesquisa pelo site Tábua de Marés.

As feições morfodinâmicas foram interpretadas e delimitadas sobre a imagens das diferentes datas contou com: Zona de surfe ou bancos – caracterizada pela espuma deixada pela ação das ondas; Zona de espraiamento – local onde a onda quebra em direção a faixa de areia, espraiando-se; Faixa de praia – local sem ação das ondas ou espraiamento; Cúspides praias – feições rítmicas identificadas na zona de espraiamento e; correntes de retorno – correntes que interrompem a zona de surfe (sem espuma).

O mapeamento das praias dissipativas foi efetuado pela identificação de bancos múltiplos observando os padrões de espuma deixada pela quebra das ondas, a qual aparece em branco nas imagens pela maior reflexão da energia luminosa na espuma formada pela quebra das ondas. Estes sistemas de bancos geram extensas Zonas de Surfe e de Espraiamento (ambas >100m), indicando a baixa declividade da praia.

As características mapeadas que correspondem às praias intermediárias foram os bancos longitudinais, rítmicos ou transversais, onde os padrões com áreas descontínuas da espuma foram tomados como indícios da presença de bancos rítmicos ou transversais, enquanto padrões de quebra de ondas contínuo ao longo da costa foram interpretados como bancos longitudinais. A ocorrência de cúspides foi efetuada pela observação de feições rítmicas de pequena escala (<50m) na linha de costa; as correntes de retorno que foram observadas pela tonalidade da água próxima à Zona de

Arrebentação. Como elas têm alta capacidade de transporte, sua presença foi associada às tonalidades similares a dos sedimentos que recobrem a face praial. E por fim o tamanho da Zona de Espraimento Curta (>65m), indicando que a praia possui declividade moderada.

As feições identificadas nas praias refletivas foram a quebra de ondas na base da Zona de Espraimento, ausência de bancos, Zona de Espraimento moderada (>70m), o que indica que a face praial é declivosa e ocorrência de cúspides, que foram identificadas pelas feições rítmicas na linha de costa com pequena escala (>30m).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as datas analisadas, a praia do Morro das Pedras foi classificada como sendo de estágio morfodinâmico intermediário, predominando o estágio Banco e Cava Longitudinais em 3 datas e em 1 data como de Terraço de Baixa Mar (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo das características morfodinâmicas observadas e identificadas na Praia do Morro das Pedras.

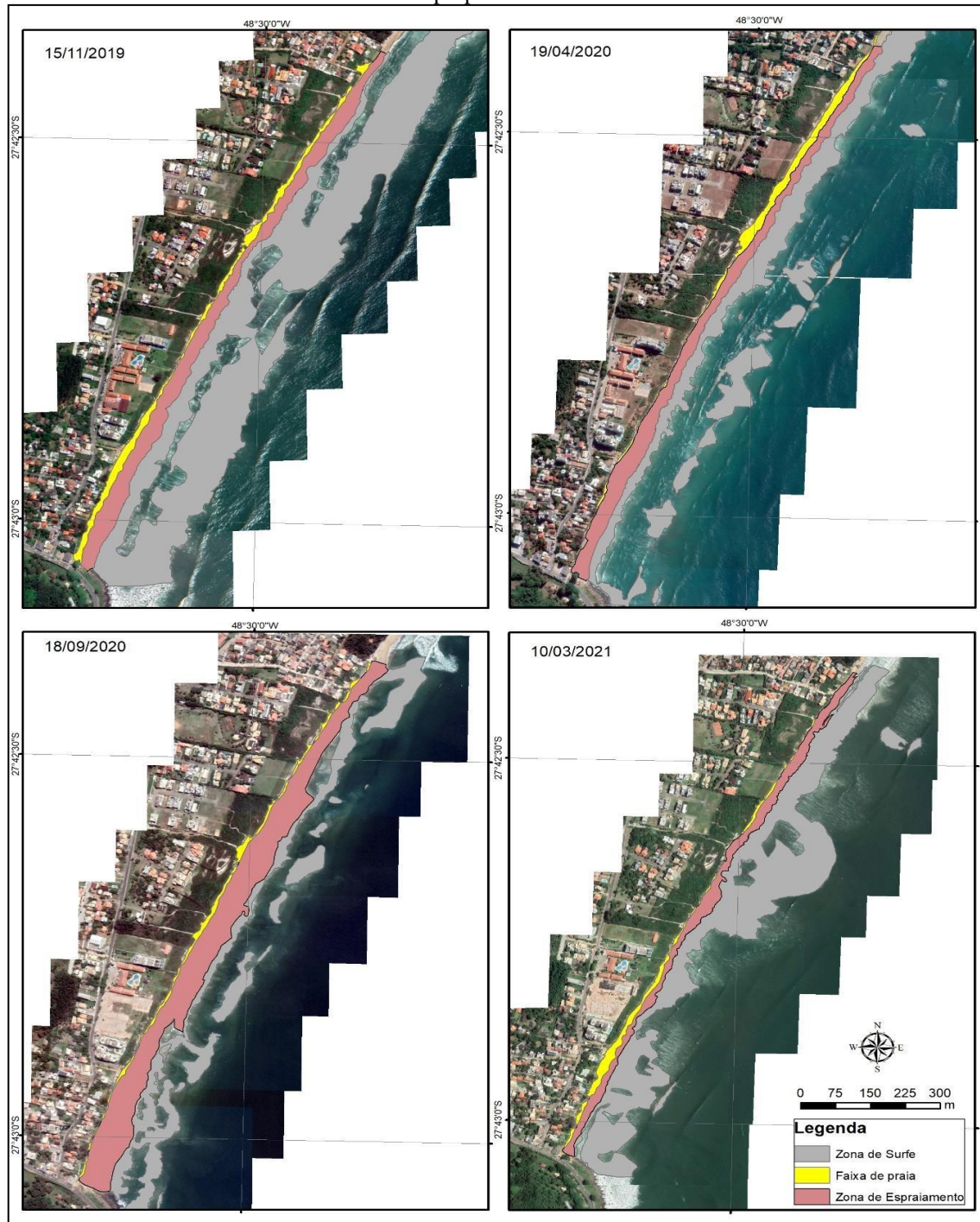
Data	Tipo de Praia	Evidências
15/11/2019	Intermediário – Banco e Cava Longitudinais	Zona de surfe: média de 160 metros
		Zona de espraimento: média de 30 metros
		Cava e Banco bem definidos, face praial semelhante a uma praia dissipativa
19/04/2020	Intermediário – Banco e Cava Longitudinais	Zona de Surfe: média de 130 metros
		Zona de espraiment: média de 25 metros mais ao Sul e diminuindo para Norte 15 metros.
		Presença de cúspides
18/09/2020	Intermediário – Terraço de Baixa Mar	Zona de Surfe: média de 100 metros
		Zona de espraimento: média 60 metros
		Presença de lagomar
		Presença de pequenas cúspides
10/03/2021	Intermediário – Banco e Cava Longitudinais	Zona de surfe: média de 150 metros
		Zona de espraimento: média de 10 metros
		Presença de pequenas cúspides
		Banco junto à praia

Fonte: Os autores (2023).

As classificações apresentadas na Figura 2 indicam que a praia do Morro das Pedras possui uma dinâmica praial que não varia muito ao longo do ano, porém durante os trabalhos de campo, foi possível compreender que esta praia possui variação de sua

morfodinâmica ao longo do dia e ao longo de seu trecho, tendo uma mudança no perfil (declividade) em poucos metros.

Figura 2 – Classificação morfodinâmica da Praia do Morro das Pedras nas quatro datas propostas.



Fontes: os autores (2023).

Considerando que a variação de sedimentos numa praia (ganho e perda) é chamado de balanço sedimentar, a erosão ocorre quando o balanço sedimentar de uma praia é negativo, ou seja, quando a praia perde mais sedimentos do que recebe, e

reconhecer qual o perfil morfodinâmico modal e sua variação ao longo das estações do ano, ajudam a compreender esta dinâmica natural.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação do estado morfodinâmico de um arco praiial pode ser obtido de forma satisfatória para a praia do Morro das Pedras, com a utilização de ferramentas de fácil aquisição e sem custo, como são as imagens do aplicativo Google Earth.

Assim, o método indireto para a classificação do estado morfodinâmico das praias é útil no desenvolvimento de planos de gerenciamento costeiro, incluindo estudos de expansão urbana no que tange a ocupação dos espaços e nos estudos de dinâmica e ecologia de praias, principalmente devido a rápida obtenção dos resultados da análise. Considerando as limitações do método, a recomendação é quanto a resposta espectral das feições que permitiram a classificação das praias deste trabalho, que podem variar de acordo com o período do ano e/ou o momento do imageamento. Portanto, estes resultados devem ser tomados como instantâneos, o que demanda a análise de outros conjuntos de imagens para uma conclusão validade.

**Palavras-chave:** Morfodinâmica Praial; Sensoriamento Remoto, Mapeamento.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. R. G.; GOMES, E. R.; GONÇALVES, R. M.; QUEIROZ, H. A. A. Estimativa do índice de vulnerabilidade à erosão costeira (IVC) para o litoral do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 1, p. 105-118, 2019.

COMERLATO, T., LAMOUR, M. R.; SILVEIRA, C. T. Classificação morfodinâmica das praias do litoral do Paraná por Sensoriamento Remoto. In: **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.**, 18., Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

GOMES, G. de O. **Impactos da ocupação das dunas no comportamento morfossedimentar do arco praiial Joaquina - Morro das Pedras, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** 2020. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. **Geologia das 117 praias arenosas da Ilha de Santa Catarina.** Florianópolis: Edição do Bosque, 2017.

HORN FILHO, N. O. **Granulometria das praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC.** Gravel, 4: p. 1-21, 2006.

LISNIEWSKI, Maria Aline. **Concentração de sedimentos transportados em suspensão e taxas de transporte longitudinal no litoral do Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Geologia, Área de Concentração em Geologia Ambiental, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2009.

MALLMAN, D. L. B.; PEREIRA, P. S.; NOGUEIRA, P. F. R. S. M.; SANTOS, F. M. M. **Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas.** **Pesquisas em Geociências**, v. 41, p. 169-189, 2014.

MONTEIRO, M. A. **Avaliação das condições atmosféricas de Florianópolis para controle da qualidade do ar.** 1992. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

MORAES, A. C. R. **Bases da formação territorial do Brasil. O território colonial brasileiro no «longo» século XVI.** São Paulo: Hucitec, 2000. 431 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989

PACHECO, F. C. **Classificação morfodinâmica de praias oceânicas por meio da análise visual de imagens de satélite multitemporais da costa sudeste do Estado de Santa Catarina.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Oceanografia) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

RIBEIRO, R. S. **Caracterização morfodinâmica de praias do Estado de Santa Catarina com vistas à avaliação de perigo ao banhista.** 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ROSSETTI, D. F. **Ambientes costeiros.** In: FLOREZANO, T. G. (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. G.; TESSLER, M. G. **Classificação morfodinâmica das praias do Estado de Santa Catarina e do litoral Norte do Estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto.** **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 13-28, 2011.

TORRONTÉGUY, M. de C. **Sistema Joaquina - Morro das Pedras e praias adjacentes da costa leste da ilha de Santa Catarina: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes.** 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.