

## **MONITORAMENTO DA DINÂMICA COSTEIRA E IMPACTOS DE EVENTOS EXTREMOS NA PRAIA DE PIRATININGA, RJ**

Pablo Sergio Marques Simões <sup>1</sup>  
Giovanna Silveira da Silva Telles <sup>2</sup>  
João Manenga Daniel <sup>3</sup>  
Guilherme Borges Fernandez <sup>4</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O entendimento da dinâmica dos ambientes costeiros é essencial para a mitigação de efeitos ligados a eventos extremos, como por exemplo ressacas excepcionais e eventos de inundações. Particularmente, as ressacas, que estão dentro do entendimento de eventos excepcionais, são relacionadas às ondas de grande magnitude, que se desenvolvem a partir de eventos meteorológicos, resguardando o litoral pela amortização destes eventos a partir de mudanças morfológicas na planície costeira.

Desta maneira, esforços de diversos pesquisadores têm sido realizados no sentido de investigar como a dinâmica costeira reflete em possíveis mudanças no posicionamento da linha de costa, no que diz respeito a três possíveis situações distintas: erosão, acreção e estabilidade (Luijendijk et al., 2018). Tal fato deriva diretamente de que a dinâmica da linha de costa possa ser apenas resultado de uma sucessão de eventos, não se configurando em uma tendência de projeção da interface oceano/continente, o que requer um conhecimento de médio prazo e normalmente por décadas (Muehe, 2011).

Assim, relacionando ao fenômeno de *coastal squeeze* (praias arenosas espremidas), é possível identificar o local de estudo deste trabalho: a praia de Piratininga, localizada no município de Niterói, no estado do Rio de Janeiro, com coordenadas geográficas de (latitude -22.9704906 e longitude -43.0460514). Em Piratininga, observa-se uma faixa de areia relativamente extensa, acompanhada por um calçadão que percorre toda a sua extensão. Este calçadão foi construído sobre o que seria originalmente uma duna frontal, cuja extensão e altitude não podem mais ser mensuradas devido ao processo de urbanização mencionado anteriormente.

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense - UFF, pablosergio.simoes@gmail.com;

<sup>2</sup> Graduado pelo Curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense - UFF, gtelles@id.uff.br;

<sup>3</sup> Mestrando do Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra da Universidade Federal Fluminense - UFF, jodaniel@id.uff.br

<sup>4</sup> Doutor pelo Curso de Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, guilhermefernandez@id.uff.br;

Além disso, é importante destacar que Walker et al (2017) afirmam que, mesmo com avanços na mensuração de processos costeiros e na determinação das formas de relevo, ainda são limitadas as análises destes processos que conseguem identificar tendências da linha de costa com os processos e formas em constante mudança.

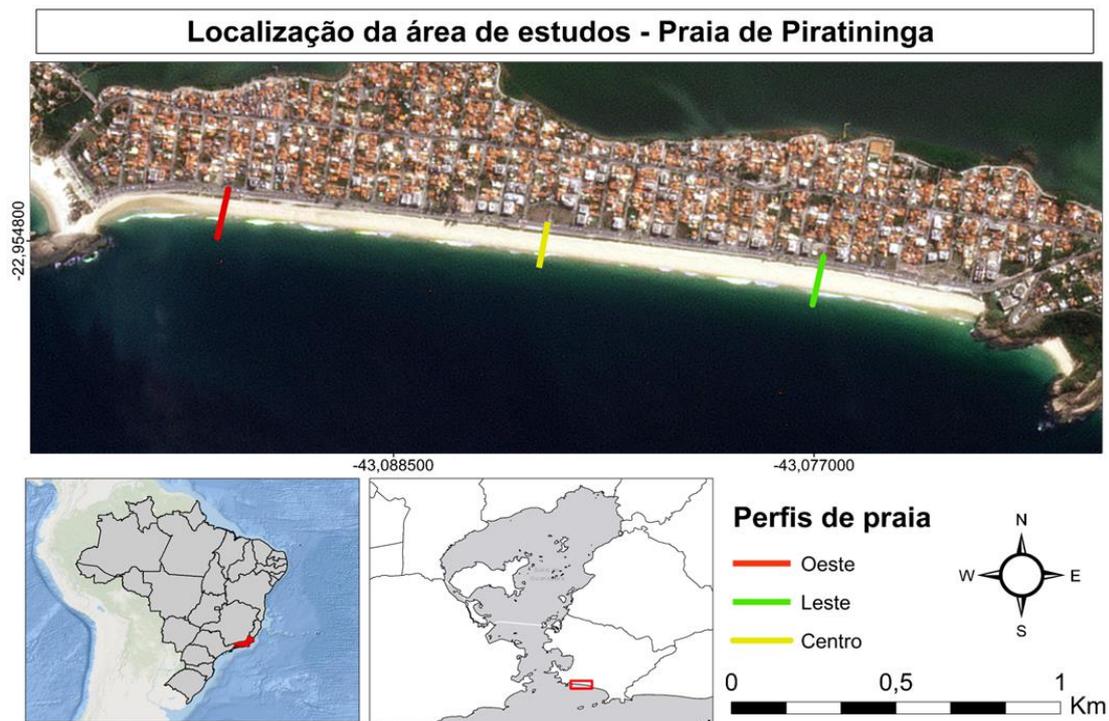
Por fim, o trabalho busca utilizar métodos topográficos em uma série temporal de meses para realizar um monitoramento na Praia de Piratininga identificando, assim, a influência dos eventos extremos no local de destaque. É válido ainda ressaltar a aplicação criada em Power Bi, ferramenta disponibilizada pela Microsoft utilizada para a análise bidimensional dos dados. Desta forma, será possível acessar os dados levantados por qualquer pesquisador ou mesmo tomador de decisão. Com isso, os resultados permitirão análises em trechos urbanizados e, futuramente, naturais, o que poderá ser importante não somente para futuros impactos na linha de costa, como também na determinação de mudanças morfológicas comparativas em diferentes condições de ocupação costeira.



**Figura 1:** Praia de Piratininga com visão oblíqua. Nota-se que existe um trecho restrito de vegetação separando as vias públicas, sendo uma *coastal squeeze coasts*

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

Para a realização do presente estudo foi escolhida a Praia de Piratininga (selecionando 3 setores nomeados como setores Centro, Leste e Oeste), um local com certa proximidade com a localização dos autores. Além disso, é uma praia em ambiente confinado que por diversas vezes é afetada de diversas formas por eventos extremos, normalmente influenciada por frentes climáticas vindos do sul. (Figura 2)



**Figura 2:** Mapa de localização da área de estudos.

A coleta de pontos de topografia em campo se deu a partir de dados obtidos por estação total e prisma de reflexão, com a estação total Leica sendo alocada em um referencial de nível (RN), mantendo, assim, um mesmo padrão altimétrico descartando qualquer tipo de leituras incorretas em detrimento do relevo. No caso da Praia de Piratininga os referenciais de nível são sempre no calçadão, justamente por ser muito improvável que ocorra qualquer tipo de degradação notória em um espaço temporal curto (mensal ou anual). O estabelecimento dos RNs foi feito através de dados de GPS geodésico, GARMIN. A coleta de dados foi feita buscando posicionar o prisma de reflexão em locais com qualquer tipo de alteração mesmo que em uma escala de centímetros. O levantamento de dados foi feito em 4 trabalhos de campo, nos dias 24 de outubro de 2023, 14 de novembro de 2023, 02 de abril de 2024 e 21 de maio de 2024.

Posteriormente, os dados de campo já levantados e plotados em formato CSV (tabela) foram processados no Excel de forma a equiparar as leituras a um ponto 0 (calçadão), partindo do RN e indo até o limite do recuo máximo da onda para aquele dia. É importante ressaltar que a ação das marés não prejudica a leitura dos dados. Existe sim uma alteração, mas de caráter mínimo e que não gerou problemas.

Além disso, para visualização dos perfis topográficos se utilizou o *Power BI* de forma que seja possível criar uma dimensão de análise comum entre os dados. No caso do presente trabalho foi criada a chamada “tabela calendário”. Essa tabela atualiza de forma diária, levando em consideração o fuso horário do computador que é aberta, e é responsável por sempre deixar todos os dados atualizados em seus devidos dias. Assim, se adicionar um perfil feito hoje, a base de dados já apareceria de forma imediata no aplicativo publicado na WEB. Também foram adquiridos pontos com GPS geodésico durante a leitura da estação total, dessa forma foi possível estimar em um WEBSIG a direção do perfil topográfico.

Por fim, de forma independente aos dados topográficos, foram gerados estimativas da altitude da maré no dia através da aplicação SisBaHiA (2016) feita pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O SisBaHiA é um sistema de modelos computacionais em elementos finitos para previsão do escoamento ou movimento das águas e para a previsão da circulação hidrodinâmica, qualidade das águas e processos sedimentológicos além de transporte de grandezas escalares em corpos d' água naturais. Gerando assim a aplicação WEB nomeada como “Perfis de Praia e Previsão de Marés” (Figura 3).

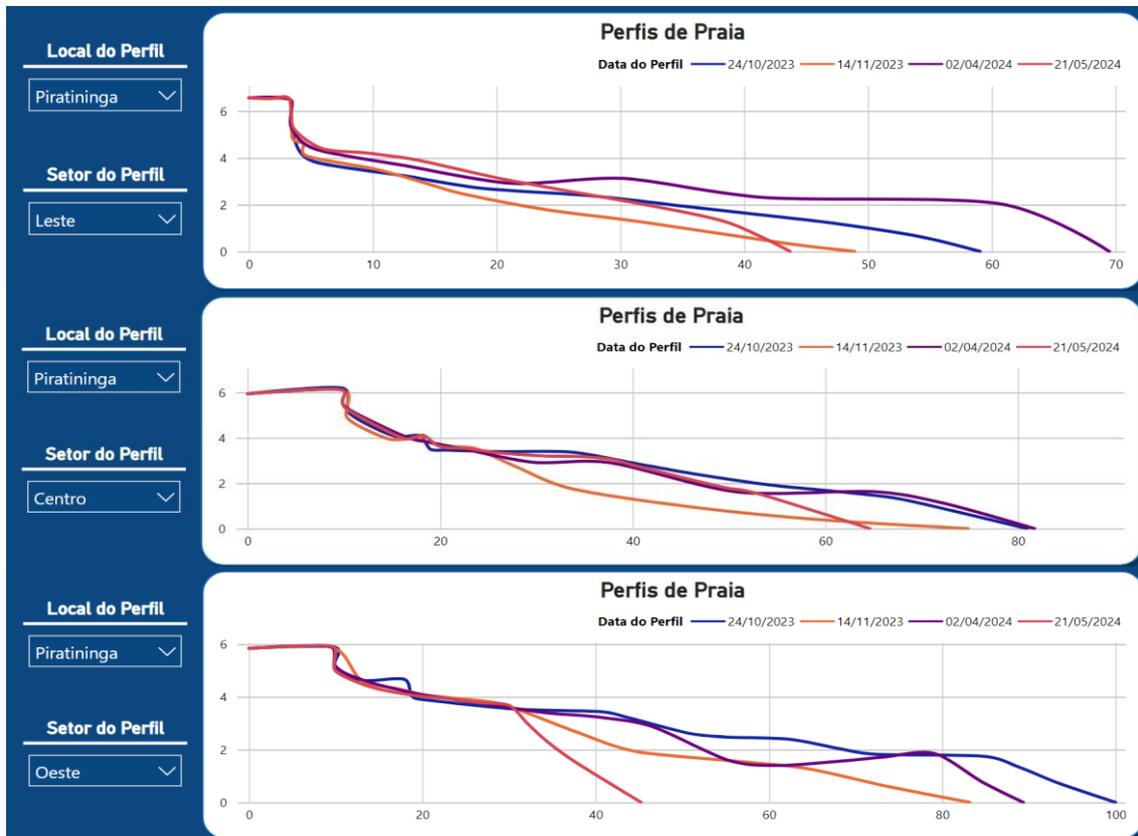


**Figura 3:** Imagem da aplicação web para o monitoramento da praia de Piratininga.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos aos perfis transversais à costa sugerem que de fato a ação de eventos vindos normalmente de Sul geram efeitos adversos a Praia de Piratininga, o que pode ser efetivado ao visualizar a diferença marcante entre todas as leituras dos

diferentes perfis nos três setores de análise, como é possível observar no acesso ([Perfis de Praia e Previsão de Marés](#)), além das figuras abaixo: (Figuras 3, 4 e 5)



**Figuras 4, 5 e 6:** Imagens que evidenciam as diferenças entre as leituras dos perfis.

O perfil no setor “Leste” apresenta, em média, uma distância em X de 55.3, já o perfil do setor “Centro” em X apresenta uma distância de 75.37, e o último setor, “Oeste”, possui uma distância de 79.25.

É possível afirmar que as características morfológicas da praia de Piratininga indicam perfis de caráter intermediário. Entretanto, é possível observar como o setor Oeste sofre de forma mais intensa com os eventos extremos. Nos perfis do dia 24/10/2023 e 02/04/2024 é plausível de se afirmar que foram coletados em condições naturais, enquanto o perfil do dia 14/11/2023 provavelmente sofreu com um evento extremo e os dados de campo foram coletados uma semana após o evento. Já o perfil do dia 21/05/2024 foi coletado um dia exato após uma ressaca de alta magnitude.

Pereira et al. (2008) destacam as características de mudança na morfodinâmica observadas em praias intermediárias. Com isso, é possível afirmar que tais condições são evidentes também em Piratininga, onde as faces da praia e berma são mais suaves. No entanto, no setor oeste do arco da praia há uma alteração significativa na linha

costeira, resultando em uma exposição mais intensa aos ventos do sul que passam a incidir de forma mais oblíqua e paralela à Piratininga. Isso cria condições favoráveis para a remobilização de sedimentos pela ação das ondas. Ademais, os perfis nesse setor exibem maior variabilidade morfológica e distâncias maiores, marcando uma distinção notável em relação ao restante da área estudada.

Ademais, é necessário destacar, com base em dados de Silva et al.(2009) em um estudo realizado na mesma área de interesse do presente trabalho, que também é possível se notar uma uniformidade dos grãos ao longo da extensão do arco praial. No Setor oeste, que como comentado anteriormente possui a maior variabilidade, é possível observar um aumento da fração de grãos, chegando próximos a 0,500 mm, evidenciando a ação das correntes de deriva litorânea, descritas por Bastos (1994).

Ainda discutindo os temas presentes no trabalho de Silva et al., os dados no ano de 2023 e 2024 evidenciam o padrão de ampliação da faixa de areia próximo ao verão e um estreitamento próximo ao inverno, claramente destacando a interação entre as ondas construtivas e os eventos extremos de caráter destrutivos, como no dia 21/05/2024, após um evento de ressaca, ou semelhantes aos eventos descritos no período do inverno de 2005.

O meio urbano também deve fazer parte da análise dos resultados, visto que, segundo Lansu et al. (2024), o fenômeno de "*coastal squeeze*" é evidente em praias urbanizadas como Piratininga, onde o desenvolvimento da cidade diminuiu os limites entre o ambiente natural e o construído, o que fica evidente com o calçadão que tomou conta do local que seria ocupado pela duna frontal em toda a praia mas principalmente no setor oeste, o mais impactado. Assim, é destacável a importância de um planejamento costeiro extenso que leve em consideração a preservação dos ambientes naturais sem se esquecer da necessidade de adaptações em face das mudanças climáticas (Ayyam et al., 2019).

Por fim, os resultados e discussões presentes neste estudo mostram a necessidade de repensar as intervenções urbanas nas praias, como sugerido por Walker et al. (2017) e evidenciado por Defeo et al. (2009). É também importante salientar que mesmo com avanços nos processos de mensuração costeira, a análise de tendências e mudanças é fundamental para prever possíveis impactos de mudanças climáticas, ajustando a zona costeira da melhor forma possível.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se ressaltar a importância da realização de trabalho de campo para a coleta de dados, que servirá como base para a manipulação e aplicação na solução desenvolvida. Do ponto de vista metodológico é possível afirmar que a acurácia dos dados de topografia obtidos com estação total e prisma é muito próxima da realidade, ultrapassando provavelmente 95% de precisão ao se comparar ao real. Os resultados indicam que a morfodinâmica da praia é significativamente influenciada por ressacas provenientes do Sul, com variações morfológicas marcantes entre os setores analisados, especialmente no setor oeste, onde os efeitos dos eventos extremos são mais pronunciados.

A integração dos dados topográficos com ferramentas analíticas como o Power BI mostrou-se um avanço metodológico importante, permitindo a automatização, visualização e compartilhamento eficiente dos dados em uma plataforma acessível. Por se tratar de uma base de dados compartilhada e já pré-configurada, é possível que a aplicação seja utilizada por diversos profissionais de diversas áreas que se empenham em entender a dinâmica costeira. Assim, será possível acessar os dados levantados por qualquer pesquisador ou mesmo tomador de decisão.

Para o futuro, é possível imaginar uma aplicação onde os resultados permitirão análises em trechos urbanizados e também naturais, o que poderá ser importante não somente para futuros impactos na linha de costa, como também na determinação de mudanças morfológicas comparativas em diferentes condições de uso e ocupação costeira.

## REFERÊNCIAS

DEFEO, O.; McLACHLAN, A.; SCHOEMAN, D. S.; SCHLACHER, T. A.; DUGAN, J.; JONES, A.; SCAPINI, F. **Threats to sandy beach ecosystems: A review.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 81, n. 1, p. 1–12, 2009. DOI: 10.1016/j.ecss.2008.09.022.

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. **The State of the World's Beaches.** *Scientific Reports*, v. 8, 2018. DOI: 10.1038/S41598-018-24630-6.x

MUEHE, D. **Erosão costeira - Tendência ou eventos extremos? O litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio, Brasil.** *Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 11, n. 3, p. 315-325, 2011.

HESP, P. **Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics.** *Geomorphology*, v. 48, p. 245–268, 2002. DOI: 10.1016/S0169-555X(02)00184-8.

WALKER, I. J.; HESP, P. A.; DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D.; BAUER, B. O.; NAMIKAS, S. L.; OLLERHEAD, J. **Responses of three-dimensional flow to variations in the angle of incident wind and profile form of dunes: Greenwich Dunes, Prince Edward Island, Canada.** *Geomorphology*, v. 105, n. 1-2, p. 106-121, 2009. DOI: 10.1016/j.geomorph.2008.08.011.

DELGADO-FERNANDEZ, I. **A review of the application of the fetch effect to modelling sand supply to coastal foredunes.** *Aeolian Research*, v. 2, p. 61–70, 2010. DOI: 10.1016/j.aeolia.2010.04.001.

MOULTON, M. A. B.; HESP, P. A.; MIOT DA SILVA, G.; KEANE, R.; FERNANDEZ, G. B. **Surfzone-beach-dune interactions along a variable low wave energy dissipative beach.** *Marine Geology*, v. 435, 2021. DOI: 10.1016/j.margeo.2021.106438.

LANSU, E. M.; REIJERS, V. C.; HÖFER, S.; LUIJENDIJK, A.; RIETKERK, M.; WASSEN, M. J.; VAN DER HEIDE, T. **A global analysis of how human infrastructure squeezes sandy coasts.** *Nature Communications*, v. 15, n. 1, p. 432, 2024.

PÖRTNER, H.-O. et al. IPCC, 2022: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, 2021.

WALKER, I. J.; DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D.; BAUER, B. O.; HESP, P. A.; DELGADO-FERNANDEZ, I.; OLLERHEAD, J.; SMYTH, T. A. G. **Scale-dependent perspectives on the geomorphology and evolution of beach-dune systems.** *Earth-Science Reviews*, v. 171, p. 220–253, 2017. DOI: 10.1016/j.earscirev.2017.04.011.

PEREIRA, T. G.; ROCHA, T. B. da; FERNANDEZ, G. B. **Geomorfologia e Morfodinâmica Costeira da Planície entre Cabo Frio e Arraial do Cabo - RJ.** In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia/ II Encontro Latino Americano de Geomorfologia, 2008, Belo Horizonte. Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia/ II Encontro Latino Americano de Geomorfologia, 2008.

SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; SANTOS, C. L. **Morfodinâmica e a estabilidade da praia de Piratininga, Niterói (RJ).** *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, n. 4, p. 684-693, 2009. DOI: 10.25249/0375-7536.2009394685694.

BASTOS, A. C. **Estudo da Variação Morfológica a partir de Perfis de Praia em Piratininga, Niterói-RJ, Brasil.** Relatório final da Disciplina Estágio de Campo IV-D. Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense, 1994, pp. 121.