

# Estudos Geográficos

*Revista Eletrônica de Geografia*

## **Hotspots de vulnerabilidade em ambiente costeiro urbano: análise morfodinâmica e crítica às intervenções na praia da Barra da Tijuca (RJ)**

Rafael Ferreira Alves<sup>1</sup>  

Thiago Gonçalves Pereira<sup>2</sup>  

**Resumo:** A praia da Barra da Tijuca, localizada no município do Rio de Janeiro, é caracterizada por apresentar uma dinâmica costeira fortemente influenciada por correntes costeiras e impactos de ondas de tempestade. Em 2023, foram propostas intervenções de engenharia na faixa de areia para tentar mitigar danos causados pelas ressacas, e, supostamente defender o litoral dos impactos de tempestade, mesmo sem evidência de erosão costeira contínua. Nesse contexto, o estudo tem o objetivo de investigar o comportamento morfodinâmico do trecho leste da orla (entre os Postos 1 e 7), com ênfase na incidência de impactos costeiros e onde ocorreram as intervenções de engenharia. A metodologia consiste na coleta de dados históricos sobre efeitos das ressacas, e realização de perfis topográficos transversais à praia, com objetivo de avaliar a eficácia e necessidade das intervenções antrópicas em um ambiente costeiro com grande variabilidade morfodinâmica, principalmente em eventos de ressacas. Os resultados indicam que a faixa de areia varia naturalmente em função da sazonalidade das ondas, sem tendência contínua de erosão. Portanto, identifica-se que a implementação de estruturas rígidas não seria necessária e que intervenções que utilizem a natureza como proteção são mais eficazes, como a reconstituição da vegetação de restinga e dunas frontais.

**Palavras-chave:** Morfodinâmica costeira; Ondas de tempestade; Ecossistemas dunares; Gestão costeira; Vulnerabilidade socioambiental.

---

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Uerj (PPGEO-UERJ). <https://orcid.org/0009-0004-6472-5622> | [rafaelf.11.1998@gmail.com](mailto:rafaelf.11.1998@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Associado do Instituto de Geografia, Programam de Pós-Graduação em Geografia da Uerj (PPGEO-UERJ). <https://orcid.org/0000-0001-6005-3823> | [thiagopereira.uerj@gmail.com](mailto:thiagopereira.uerj@gmail.com)



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

VULNERABILITY HOTSPOTS IN URBAN COASTAL ENVIRONMENTS:  
MORPHODYNAMIC ANALYSIS AND CRITIQUE OF THE INTERVENTIONS AT  
BARRA DA TIJUCA BEACH (RJ)

**Abstract:** Barra da Tijuca Beach, located in the municipality of Rio de Janeiro, is characterized by a coastal dynamic strongly influenced by littoral currents and storm wave impacts. In 2023, engineering interventions were proposed along the beach to mitigate damage caused by storm surges and, supposedly, to protect the coastline from storm impacts, despite the absence of evidence indicating continuous coastal erosion. In this context, the present study aims to investigate the morphodynamic behavior of the eastern stretch of the shoreline (between lifeguard stations 1 and 7), with emphasis on the incidence of coastal impacts and the areas where engineering interventions were implemented. The methodology includes the collection of historical data on storm surge effects and the execution of cross-shore topographic profiles to assess the effectiveness and necessity of anthropogenic interventions in a coastal environment with high morphodynamic variability, particularly during storm surge events. The results indicate that the width of the beach varies naturally according to seasonal wave patterns, with no continuous erosion trend. Therefore, it is concluded that the implementation of hard engineering structures would be unnecessary, and that nature-based interventions, such as the restoration of native vegetation and foredunes, are more effective protective measures.

**Keywords:** Coastal morphodynamics; Storm waves; Dune ecosystems; Coastal engineering; Socio-environmental vulnerability.

HOTSPOTS DE VULNERABILIDAD EN ENTORNOS COSTEROS URBANOS:  
ANÁLISIS MORFODINÁMICO Y CRÍTICA A LAS INTERVENCIONES EN LA PLAYA  
DE BARRA DA TIJUCA (RJ)

**Resumen:** La playa de Barra da Tijuca, situada en el municipio de Río de Janeiro, se caracteriza por una dinámica costera fuertemente influenciada por corrientes litorales y el impacto de oleajes de tormenta. En 2023 se propusieron intervenciones de ingeniería en la franja de arena para intentar mitigar los daños ocasionados por las resacas y, supuestamente, proteger el litoral contra los efectos de las tempestades, aun sin evidencia de erosión costera continua. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo investigar el comportamiento morfodinámico del sector oriental de la orla (entre los puestos 1 y 7), con énfasis en la incidencia de impactos costeros y en las áreas donde se llevaron a cabo las intervenciones de ingeniería. La metodología incluye la recopilación de datos históricos sobre los efectos de las resacas y la realización de perfiles topográficos transversales a la playa, con el fin de evaluar la eficacia y la necesidad de las intervenciones antrópicas en un entorno costero de gran variabilidad morfodinámica, sobre todo durante episodios de resaca. Los resultados indican que el ancho de la playa varía de forma natural en función de la estacionalidad del oleaje, sin mostrar una tendencia continua de erosión. Por lo tanto, se concluye que la instalación de estructuras rígidas no sería necesaria y que las intervenciones basadas en la naturaleza, como la restauración de la vegetación de restinga y de las dunas frontales, resultan más eficaces como medida de protección.

**Palabras clave:** Morfodinámica costera; Oleajes de tormenta; Ecosistemas dunares; Gestión costera; Vulnerabilidad socioambiental.

## INTRODUÇÃO

As zonas costeiras urbanizadas estão entre os ambientes mais vulneráveis às transformações decorrentes da combinação entre pressões antrópicas e processos naturais (Barros et al., 2022; Pardal, Christofolletti e Martinez, 2024). Em especial, as praias inseridas em grandes centros urbanos podem apresentar seu equilíbrio sedimentar alterado por intervenções de infraestrutura e por ocupações desordenadas de áreas geomorfologicamente dinâmicas (berma, dunas frontais e restingas), além de sofrerem com a intensificação de eventos extremos como ressacas (Alves et al., 2023; Nascimento, 2023; Barros et al., 2024).

Nesse sentido, o monitoramento através de perfis de praia permite identificar variações dessa morfologia causadas pelo transporte de sedimentos, exercido por ondas e correntes costeiras. Estudos sobre a morfodinâmica praial têm a capacidade de revelar padrões naturais de ganho e perda de areia, ajudando a diferenciar flutuações sazonais da praia de possíveis sinais persistentes de erosão costeira (Calliari et al., 2003).

De acordo com Muehe et al. (2010), a erosão costeira ocorre quando o balanço sedimentar de uma praia é negativo, ou seja, há perda líquida contínua de areia. Episódios isolados de ressacas intensas não configuram erosão definitiva, mas refletem a resposta natural da praia a eventos de alta energia. Este cenário exige uma leitura mais integrada da dinâmica costeira e das formas de intervenção promovidas pelo poder público, especialmente em locais onde não há tendências reais de erosão persistente.

A praia da Barra da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro, representa um exemplo emblemático. Originalmente formada por cordões litorâneos com presença contínua de dunas frontais e vegetação de restinga (Muehe, 1998; CPRM, 2010), a região sofreu intensa e acelerada urbanização a partir dos anos 1980 (Abreu, 1987). Residências, comércio e demais tipos de infraestruturas avançaram sobre áreas antes sujeitas à movimentação natural de sedimentos, acompanhando um ciclo de especulação imobiliária, intensificando ainda mais a construção equipamentos urbanos próximos à linha de costa, aumentando os riscos associados aos impactos de tempestades e ressacas marítimas. Esses elementos combinados podem gerar não só uma vulnerabilidade física mas também socioambiental a partir do uso e ocupação inadequados de áreas dinâmicas. A ausência de políticas urbanísticas

integradas à dinâmica costeira contribuiu para a instalação de estruturas rígidas de defesa costeira, cuja eficácia e impactos têm sido alvo de debate técnico e científico.

Localizada na zona oeste do Rio de Janeiro, a Barra da Tijuca passou, nas últimas décadas do século XX, de uma paisagem litorânea predominantemente natural, formada por cordões arenosos, dunas frontais e extensas restingas e sistemas lagunares, para um dos bairros mais densamente urbanizados da cidade. Esse processo se intensificou a partir da década de 1970, com a implantação do plano piloto de Lúcio Costa e a construção do Elevado do Joá, que integraram a região à Zona Sul e estimularam grandes empreendimentos imobiliários (Abreu, 1987; Silva, 2006; 2007). Entre 1980 e 2000, a população local saltou de cerca de 28 mil para aproximadamente 115 mil habitantes (Compans, 2002; IPP 1980; IPP 2020).

O rápido adensamento urbano foi guiado por interesses imobiliários e pela expansão de infraestrutura, frequentemente em detrimento da qualidade ambiental. Residências, comércios e vias de circulação avançaram sobre áreas geomorfologicamente instáveis, reduzindo a cobertura vegetal e eliminando grande parte das restingas e dunas frontais. Esse modelo de ocupação ampliou os riscos associados a tempestades e ressacas, gerando vulnerabilidades físicas e socioambientais em setores sensíveis do litoral (Muehe, 1998; CPRM, 2010; Bulhões, 2020).

Em 2023, uma grande intervenção de engenharia foi proposta em um trecho da praia da Barra da Tijuca: a instalação de estruturas conhecidas como mantas geotêxtis (*geobags*) preenchidas com concreto em 720 metros de extensão, posicionada em subsuperfície da berma praial, sob justificativa de conter processos erosivos e proteger a infraestrutura urbana. Com um custo de 10 milhões de reais, o empreendimento foi fortemente criticado por diferentes setores da sociedade, incluindo pesquisadores, que questionaram sua necessidade. Em pouco tempo, antes da conclusão dessas obras, geógrafos e oceanógrafos, especialistas em geografia marinha e geomorfologia costeira, produziram um parecer técnico em atendimento ao Ministério Público Federal (Brasil, 2023), apontando que não havia evidência de erosão contínua no setor monitorado, com base em conceitos norteadores sobre o tema (Pilkey e Wright, 1988; Muehe, 2001; Nordstrom, 2010; Martínez, Hesp e Gallego-Fernández, 2013; Bulhões, 2020) e estudos empíricos na área e em praias próximas (Lins-de-Barros, Klumb-Oliveira e Lima, 2018; Carvalho e Guerra, 2020; Carvalho et al., 2021).

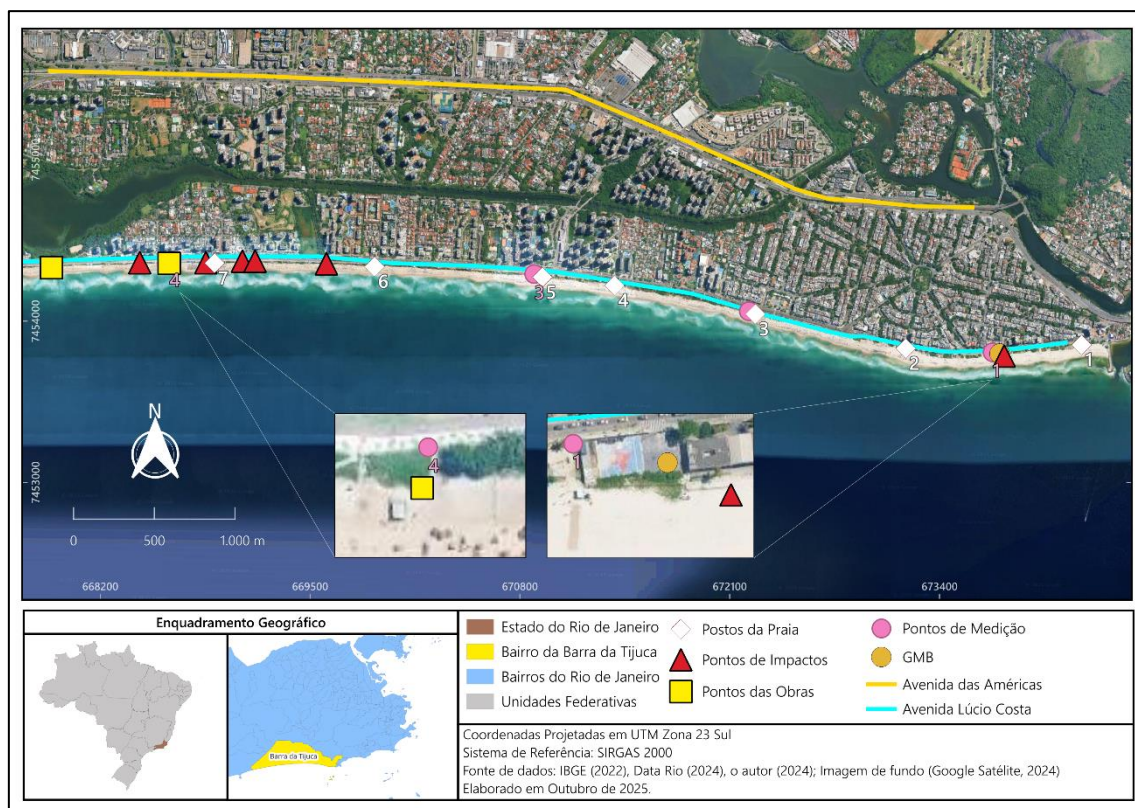
Após a suscitação de pesquisadores especialistas e demais atores, o Ministério Público Federal notificou a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro para a imediata paralisação da intervenção na faixa de areia da Barra da Tijuca, apontando a ausência de licenciamento ambiental e a falta de autorização da Secretaria de Patrimônio da União - SPU, conforme destacado no parecer técnico (Brasil, 2023). Um Termo de Ajustamento de Conduta determinou a reversão das alterações realizadas, com a remoção integral das estruturas soterradas sob a berma, e ressaltou a necessidade de que quaisquer intervenções em ambientes costeiros estejam embasadas em critérios técnico-científicos rigorosos e em conformidade com a legislação vigente (Brasil, 2023b; Brasil, 2023c).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a dinâmica morfológica do trecho leste da praia da Barra da Tijuca e avaliar em que medida as intervenções antrópicas se justificam frente à variabilidade morfodinâmica deste sistema praial. A partir desse estudo de caso, marcado por elevado grau de artificialização e supressão dos espaços naturais e dinâmicos da orla, busca-se contribuir para o debate sobre o fenômeno conhecido como *coastal squeeze*, definido como o processo de perda progressiva de *habitats* costeiros diante do avanço do mar e da expansão de infraestruturas urbanas, que impede a migração natural desses ambientes (Pontee, 2013; Prosser et al., 2017; Chávez et al., 2021).

## **ÁREA DE ESTUDOS**

O presente estudo concentra-se no setor leste da praia da Barra da Tijuca, no município do Rio de Janeiro (RJ), especificamente entre os Postos 1 e 7 (Figura 1), área marcada por uma intensa dinâmica sedimentar e recorrência de impactos durante eventos de ressaca. A escolha desse trecho fundamenta-se em observações de campo e no histórico de intervenções antrópicas recentes, o que o torna um setor interessante para a análise da relação entre processos naturais e pressões urbanas na zona costeira.

**Figura 1** - Localização da área de estudos e espacialização dos pontos de interesse. Os pontos em rosa são referentes locais de monitoramento através de perfis de praia.



Fonte: Os autores (2025).

Do ponto de vista geomorfológico, a região integra o subcompartimento de Jacarepaguá, inserido no macrocompartimento dos cordões litorâneos da baixada de Sepetiba (Muehe, 1998). Trata-se de uma extensa planície costeira arenosa com aproximadamente 18 km de comprimento, marcada por cordões litorâneos sucessivos e sistemas lagunares retro marítimos, como o complexo da Lagoa de Marapendi.

A área apresenta depósitos sedimentares quaternários de origem fluviomarinha, intercalados a antigas ilhas-barreira que atuaram como base de fixação para os cordões arenosos atuais (CPRM, 2010). Tais feições desempenham papel essencial na configuração da morfologia atual e na compartimentação dos sistemas lagunares adjacentes.

A dinâmica oceanográfica local é marcada por um regime de ondas variável ao longo do ano, influenciado por fatores sazonais bem definidos (Klumb-Oliveira, 2015). Durante a “condição de verão”, que vai do final da primavera até o início do outono, predominam ondas de menor energia. Na “condição de inverno”, do final do outono até o início da primavera, são mais frequentes os episódios de ressacas do mar,

geralmente associados à chegada de frentes frias. Esses eventos de agitação marítima intensa decorrem da atuação de sistemas atmosféricos de baixa pressão, como os ciclones extratropicais, que impulsionam ventos fortes e ondas de alta energia, impactando diretamente a linha de costa. Segundo Bulhões (2006), as ondulações mais comuns têm origem entre sul-sudeste e leste-sudeste, com alturas entre 1,0 m e 1,5 m. O regime de marés é semidiurno assimétrico, com variações que vão de 1,0 m na preamar a cerca de 0,06 m na baixa-mar (Malta e Castro, 2018). Essa combinação de fatores confere a esse trecho da orla carioca uma dinâmica morfossedimentar ativa, marcada pela frequente formação e migração de bancos de areia, calhas e escarpas erosivas ao longo do perfil praial.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A condução deste estudo baseou-se em três eixos: (i) a realização de uma pesquisa hemerográfica, com o objetivo de historicizar a ocorrência de eventos de ressaca e seus impactos na orla; (ii) o monitoramento topográfico de perfis de praia, para análise da dinâmica morfológica da faixa costeira investigada; e (iii) a identificação de danos em infraestrutura urbana, por meio de observações de campo e análise de imagens de satélite.

A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa hemerográfica, com base metodológica em Pena (2017), visando reunir evidências históricas sobre eventos de ressaca que tenham causado danos à infraestrutura costeira. As informações foram obtidas por meio de consultas *online* a acervos jornalísticos, com destaque para o Acervo O Globo, que contempla mais de duas décadas de publicações, além dos portais Diário do Rio e G1, e da plataforma *YouTube*, de onde foram extraídos registros audiovisuais de eventos relevantes. Importante ressaltar também que, durante esta etapa, foi verificado o teor das matérias a fim de identificar somente documentações de eventos distintos para serem utilizados nesta pesquisa. Para a busca, foram utilizados filtros por palavras-chave como “ressaca”, “danos”, “Barra da Tijuca” e “orla”, resultando em um conjunto de documentações sistematizada em planilha contendo: ano do evento, número de matérias identificadas, palavras-chave associadas, descrição dos danos e fonte consultada. O recorte temporal, de 1990 a 2020, foi adotado por abranger o período de urbanização mais intensa da região e maior frequência de registros públicos sobre impactos costeiros.

Na segunda etapa, com o intuito de analisar a dinâmica morfológica e acompanhar a ocorrência de ressacas, foram definidos quatro pontos de monitoramento entre os Postos 1 e 7, com intervalos médios de 1.700 metros de distância, com o último ponto de monitoramento localizado bem ao lado de onde ocorriam as intervenções de engenharia, conforme já exposto na Figura 1.

Os levantamentos topográficos foram realizados entre janeiro de 2023 e agosto de 2024, totalizando 15 campanhas. O método utilizado foi o das Balizas de Emery (Muehe, Roso e Savi, 2003), que consiste na utilização de duas balizas com 1,5 m de altura e trena para determinação da variação de altimetria e distâncias entre os pontos ao longo do perfil praial. A diferença de altura entre dois pontos é visualizada pelo observador localizado na baliza de ré, com esta diferença oriunda da projeção de uma linha imaginária que liga o horizonte ao topo da baliza mais baixa. Os dados coletados foram processados em planilhas eletrônicas e transformados em gráficos de perfil e variação da largura da faixa de areia. Para estabelecer os referenciais de nível em cada perfil, o ajuste altimétrico foi definido através da altura no ponto de recuo máximo da onda na face de praia, sendo esse considerado o nível médio do mar (NMM) usando como correção dessa altitude aos valores da tábua de marés do porto mais próximo, conforme Muehe et al. (2003).

Por fim, a identificação dos danos recentes em infraestrutura urbana foi feita por meio de três procedimentos complementares: (i) análise de imagens de satélite no Google Earth Pro (ano de referência: 2023); (ii) observações diretas em campo realizadas nos mesmos períodos das campanhas topográficas e (iii) elaboração de um mapa de uso e cobertura do trecho de orla estudado, com intuito de obter uma representação da superfície por diferentes estruturas, como praia, duna frontal com vegetação de restinga, equipamentos urbanos (como calçadão, quiosques, ciclovia e pista), assim como a ocupação consolidada por prédios e demais construções.

## **RESULTADOS**

### **Análise histórica dos eventos de ressaca**

A pesquisa hemerográfica identificou 13 ocorrências na forma de reportagens sobre algum tipo de dano em infraestrutura urbana, entre 1990 e 2020, conforme apresentado pela Tabela 1. Os danos mais recorrentes envolveram calçadões, quiosques, ciclovias e acessos à praia, com maior concentração a partir dos anos

2000, quando foram registrados cinco eventos em sequência associados a impactos de grande magnitude. Em 2020 concentra-se o maior número de reportagens devido à passagem de frentes frias em sequência no estado do Rio de Janeiro, que geraram algum dano em equipamentos urbanos, e consequentemente, sendo mais veiculado pela imprensa.

Em estudo similar, Costa, Vasconcelos e Armond (2024) identificaram 25 registros de tempestades que indicaram danos em infraestrutura urbana no mesmo período, o que sugere diferenças metodológicas ou fontes documentais distintas. Neste contexto, ao focar em danos diretamente observáveis em equipamentos urbanos, priorizou-se reportagens que detalhassem danos físicos mensuráveis, o que pode ter excluído eventos menores ou não documentados em grandes veículos de mídia. Ainda assim, o padrão geral aponta para um comportamento recorrente, especialmente no trecho mais a oeste da área de estudos.

**Tabela 1** - Resultados da Pesquisa hemerográfica sobre os danos ocorridos na praia da Barra da Tijuca.

| Período | Nº de reportagens | Palavras-Chave                        | Descrição dos danos                                          | Fonte                                                    |
|---------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1990    | 1                 | Ressaca; Barra da Tijuca; Danos; Orla | Pequenos danos em infraestruturas urbanas                    | O Globo                                                  |
| 1991    | 1                 |                                       | Danos no calçadão                                            | O Globo                                                  |
| 1997    | 1                 |                                       | Danos no píer                                                | O Globo                                                  |
| 2002    | 1                 |                                       | Pequenos danos em infraestruturas urbanas                    | O Globo                                                  |
| 2006    | 2                 |                                       | Pequenos danos em acessos à praia e calçadão                 | O Globo                                                  |
| 2016    | 1                 |                                       | Danos no calçadão e quiosques                                | Jornal da Band, Youtube                                  |
| 2019    | 1                 |                                       | Danos na ciclovia e base dos Bombeiros                       | O Globo                                                  |
| 2020    | 5                 |                                       | Grandes danos em quiosques, no calçadão e em acessos à praia | O Globo, Youtube, Diário do Rio, G1 Rio, Rádio Band News |

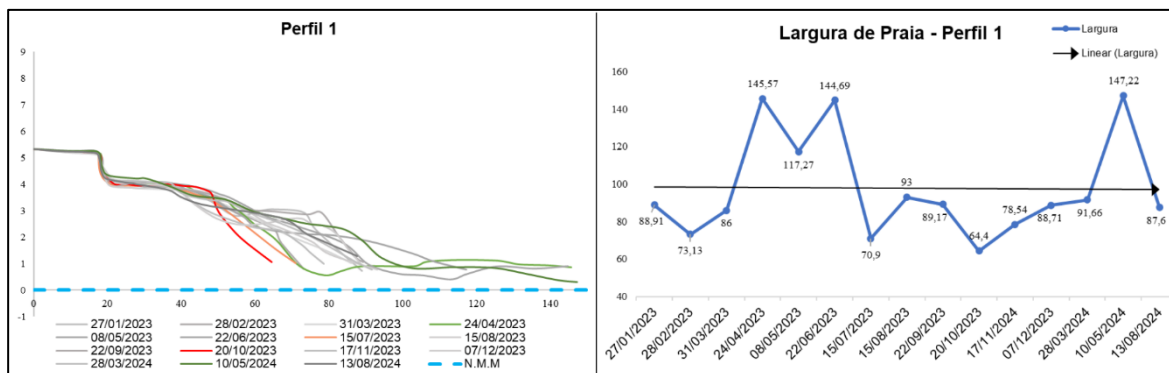
Fonte: Os autores (2025)

## Morfodinâmica de praia

Os perfis de praia monitorados entre janeiro de 2023 e agosto de 2024 apresentaram expressiva variabilidade sazonal na largura da faixa de areia, com oscilações relacionadas à intensidade das ondas e à ocorrência de ressacas. A seguir, sintetizam-se os principais resultados por perfil.

O perfil 1 apresentou maior largura de praia (126,69m) no dia 10/05/2024 e um valor mínimo no dia 20/10/2023, com apenas 43,59 metros, o que representa uma variação na largura da praia de 83,10 metros (Figura 2). Apesar dessa amplitude, a linha de tendência se manteve constante sem indicar um quadro de erosão ou progradação definido, sugerindo comportamento compatível com uma morfodinâmica típica de praias intermediárias em sistema estável.

**Figura 2** - Gráficos de largura e perfil de praia 1.

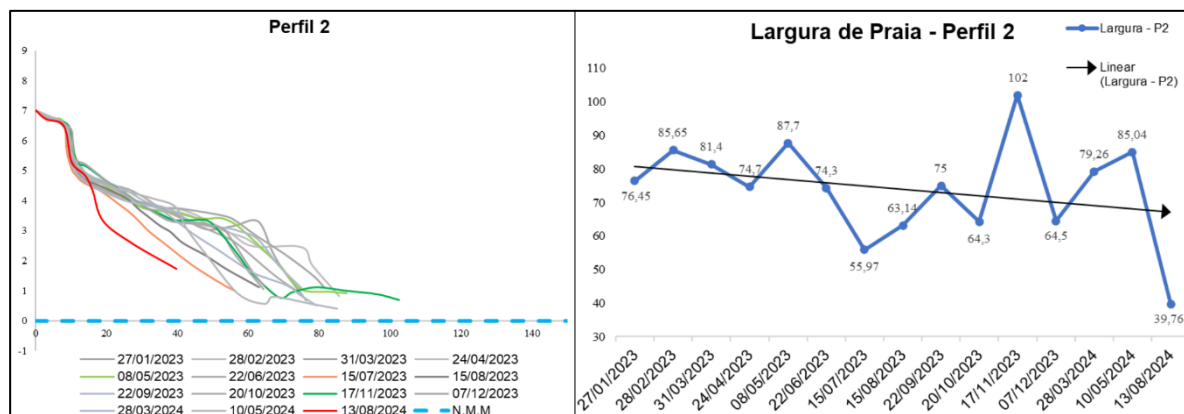


Fonte: Os autores (2025)

O perfil 2 apresentou largura máxima de 88,56 m (novembro de 2023) e mínima, de 26,32 m (agosto de 2024), indicando variação de 62,24 metros, o que influenciou a linha de tendência linear a apontar para um quadro de erosão. (

**Figura 3).** Essa redução drástica da largura coincidiu com a ocorrência de um evento de ressaca que afetou o estoque sedimentar de berma da praia (setor praial onde foram soterrados os sacos tipo *geobags* com areia e cimento). A presença de escarpa erosiva e de quiosques muito próximos à faixa de areia, associada à vegetação de restinga incipiente em processo de regeneração, pode ter contribuído para marcas de erosão e danos nas estruturas, o que indica vulnerabilidade do local.

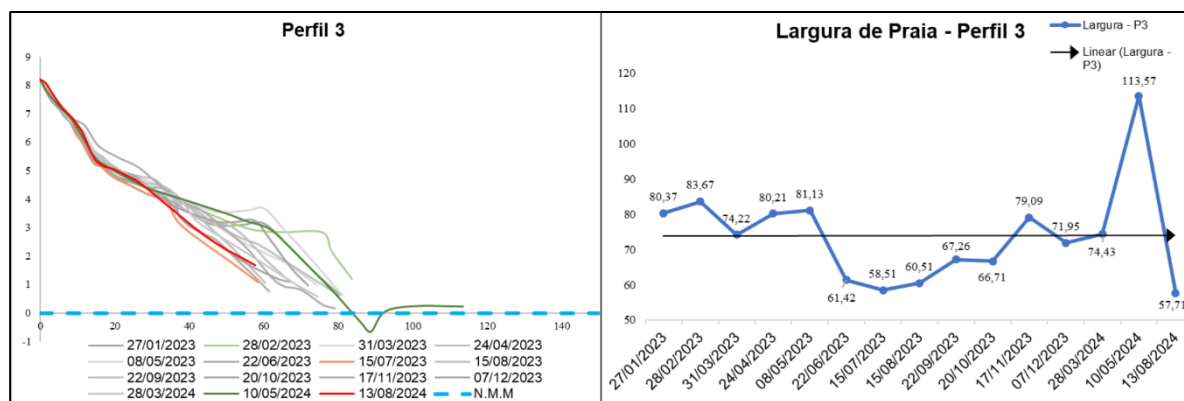
**Figura 3 - Gráficos de largura e perfil de praia 2.**



Fonte: Os autores (2025)

No ponto 3, a largura máxima obtida foi de 93,25 metros no dia 10/05/24, em contrapartida, uma mínima de 37,39 metros no dia 13/08/2024 (Figura 4), com variação total de 55,86 metros. A duna frontal, com cotas que chegam a altitudes superiores a 8 metros, está preservada e recoberta por vegetação de restinga, o que confere estabilidade ao sistema e proteção à zona de pós-praia. A ausência de escarpa erosiva e a continuidade topográfica (ausência de rupturas, como escarpas) entre a berma e a duna frontal indicam um setor com dinâmica menos perturbada. A linha de tendência manteve-se estável ao longo do período. É interessante notar que as duas últimas campanhas mostram os maiores e menores valores de largura de praia, respectivamente, evidenciando a natureza altamente dinâmica da área.

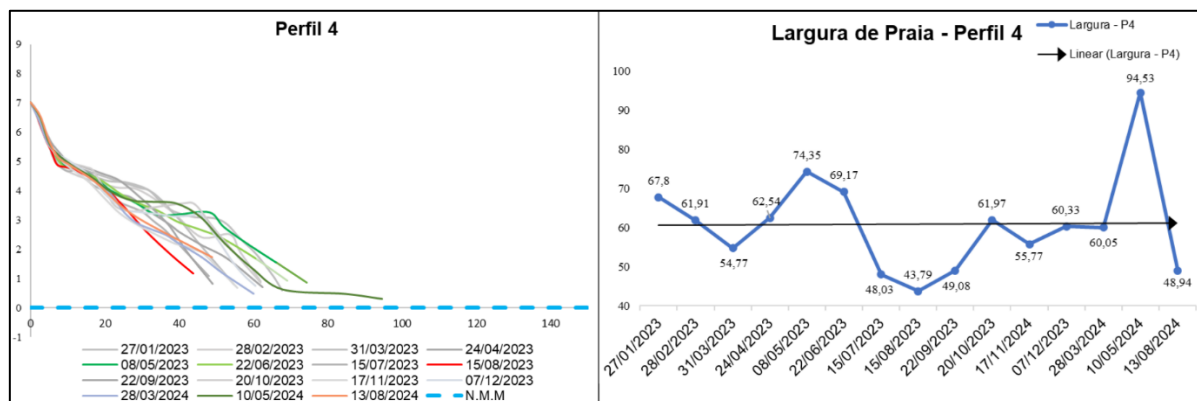
**Figura 4 - Gráficos de largura e perfil de praia 3.**



Fonte: Os autores (2025).

Por fim, no ponto 4, a faixa de areia variou entre 35,36 m (agosto de 2023) e 86,10 m (maio de 2024), totalizando 50,74 metros de oscilação (Figura 5). Neste perfil, notou-se a presença de vegetação de pós-praia incipiente e pontos de erosão no calçadão em um raio menor que 200 metros. Por sua vez, a linha de tendência para este trecho segue um padrão de estabilidade, como em trechos anteriores.

**Figura 5** - Gráficos de largura e perfil de praia 4.



Fonte: Os autores (2025).

### Impactos recentes na infraestrutura urbana

A integração de imagens de satélite, mapa de uso e cobertura do solo e vistorias em campo permitiu mapear a relação entre a configuração físico-topográfica da orla e a distribuição dos danos mais recentes (Figuras 6, 7, 8 e 9). Os maiores impactos concentram-se (i) junto ao Posto 1, nas imediações do Grupamento Marítimo do Corpo de Bombeiros (GMB), e (ii) entre os Postos 6 e 7, onde trechos do calçadão foram parcialmente destruídos em sucessivas ressacas.

A leitura combinada de diferentes conjuntos de dados revela um padrão claro: os setores mais afetados coincidem com áreas em que a duna frontal e a vegetação de restinga foram suprimidas ou severamente degradadas. Por contraste, no trecho do perfil 3, onde a duna preservada ainda atinge cotas de 6 a 8 m e mantém cobertura vegetal contínua, não se registraram danos estruturais relevantes, sublinhando o papel amortecedor desses elementos naturais.

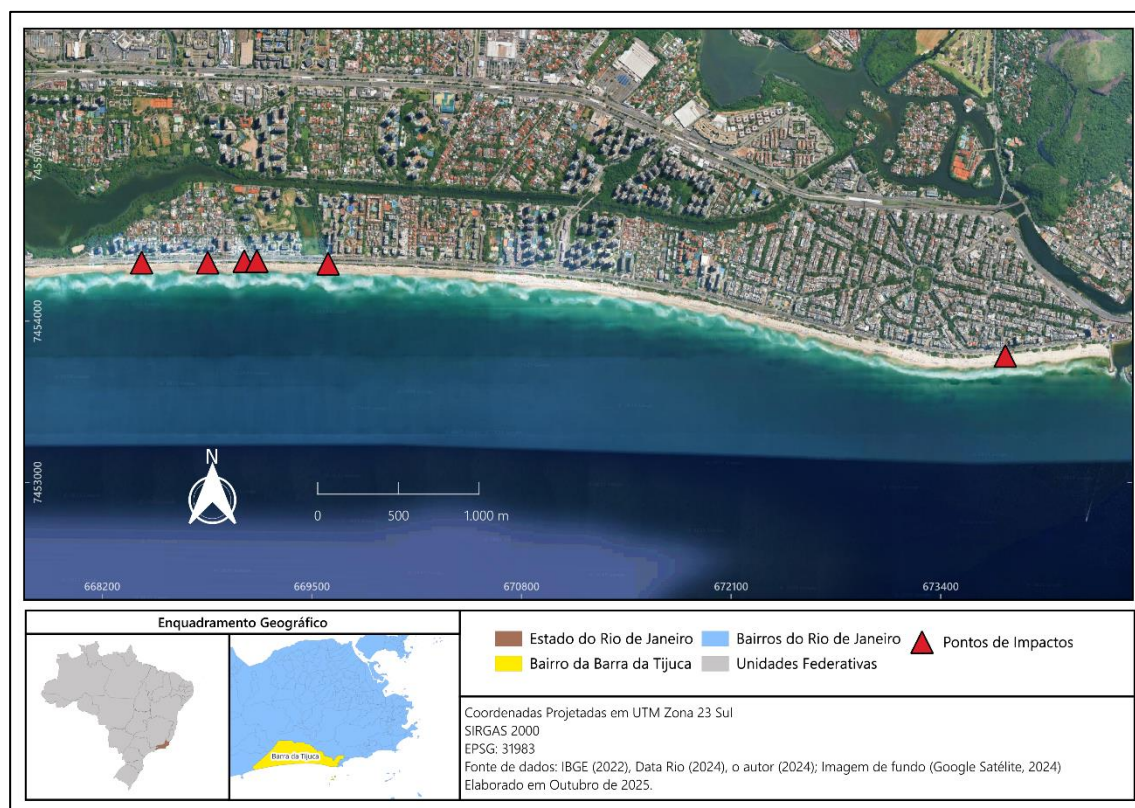
Os mapas de uso e cobertura do solo (Figura 8 e Figura 9), produzido na localização dos trechos dos perfis 1, 2, 3 e 4 ilustra de forma representativa a configuração da orla em termos de distribuição das feições naturais e antrópicas. Nesse sentido, a partir dessa análise, fica evidente a interação entre fatores antrópicos

e naturais e seus desdobramentos em situações de estresse marinho. Um exemplo desta interação pode ser visualizado no ponto 1 das medições de perfis de praia, onde edificações do GMB interagem diretamente com a berma da praia sem a presença de vegetação de restinga entre a edificação e a praia.

Além disso, foi possível identificar, novamente, a relação da ausência de restinga e o contato direto da praia com equipamentos urbanos (calçadão) no trecho oeste (Posto 6), onde também se visualiza uma sequência de pontos de erosão com danos nesses equipamentos urbanos que são expostos às dinâmicas costeiras sem a proteção natural de restingas.

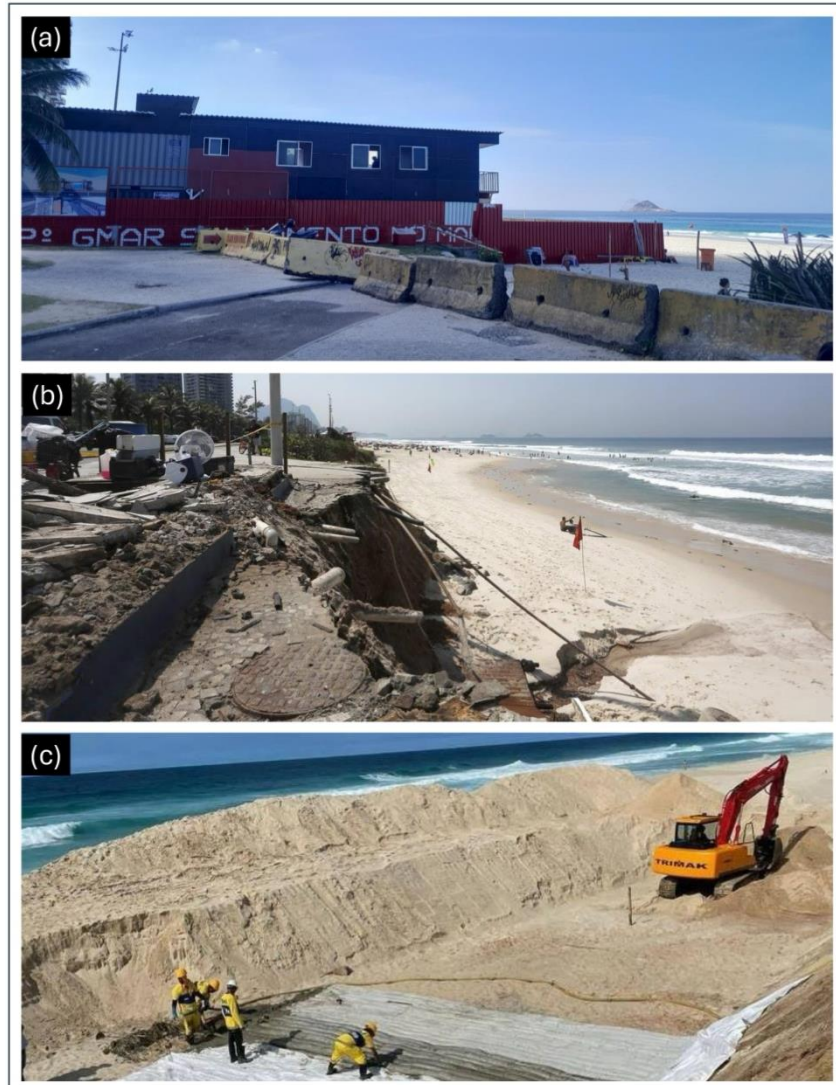
Em contrapartida, foi observado que no ponto 3 das medições de perfil de praia, como identificado no mapa de uso do solo do setor oeste (Figura 9), que a presença da classe vegetação gramínea/arbustiva (restinga) impede o contato direto da praia com feições urbanas (calçadão, edificações e quiosques), e, por consequência, a ausência de pontos de erosão e impactos em equipamentos urbanos no local.

**Figura 6** - Mapa dos pontos de impactos em infraestrutura urbana identificados em campo.



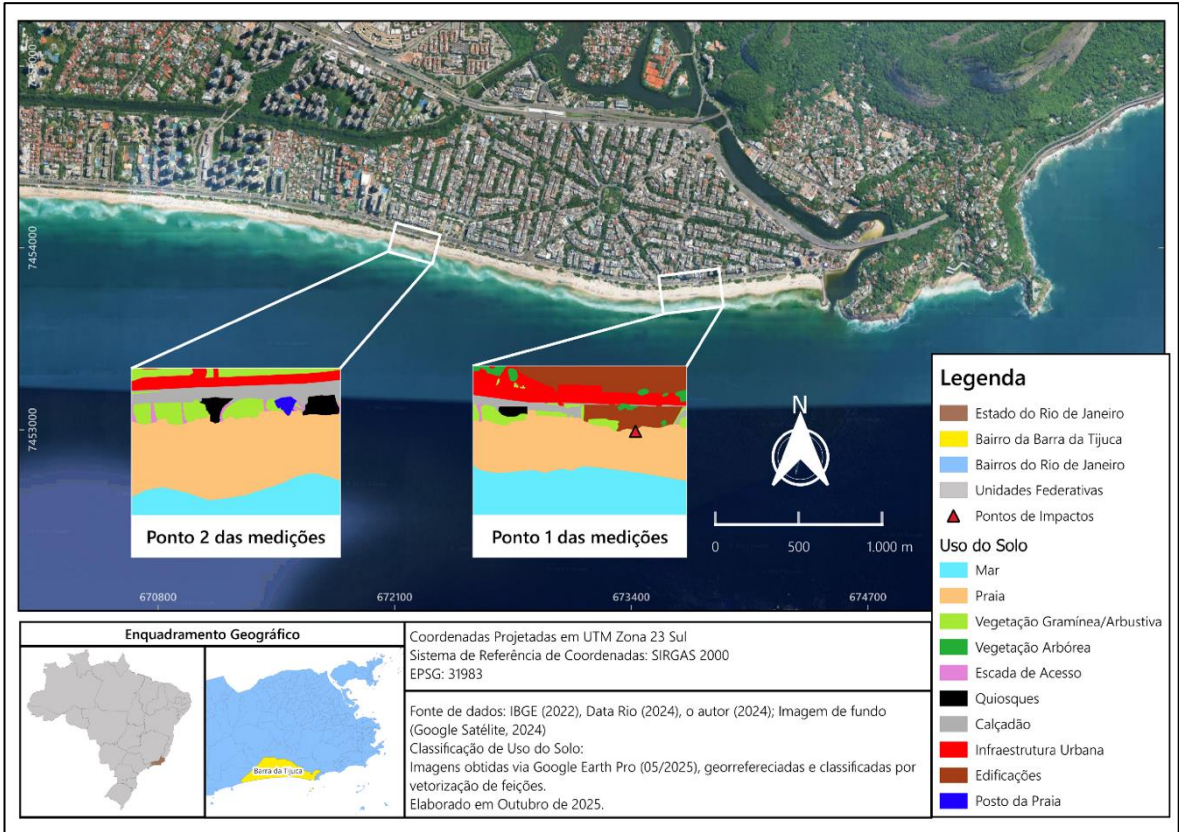
Fonte: Os autores (2025).

**Figura 7** - Registros fotográficos das marcas de impacto de ressacas e intervenções na orla. Imagem (a): intervenção da ciclovia com blocos de concreto no local do perfil 1 – neste ponto a ciclovia contornava Grupamento Marítimo dos Bombeiros sobre a berma praial e foi totalmente destruída. Imagem (b) Local a oeste do perfil 4, onde um quiosque foi erodido pela ressaca e removido posteriormente. Imagem (c) Local adjacente ao perfil 4, em fase de instalação das mantas geotêxtis com concreto a serem soterrados sob a berma da praia.



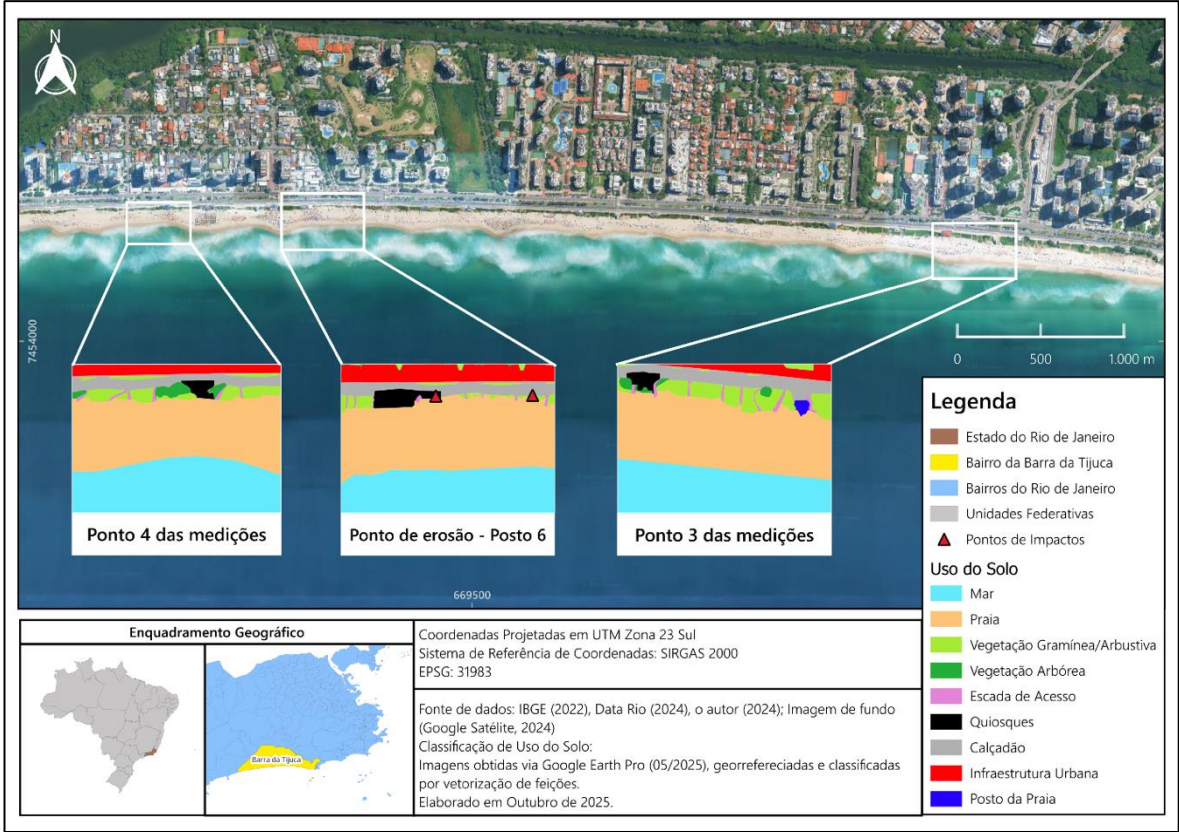
Fonte: Imagem a: os autores (2025); imagem b e c: Agência O Globo.

Figura 8 - Uso e cobertura do solo no trecho leste da área de estudos.



Fonte: Os autores (2025).

Figura 9 - Mapa de uso e cobertura do solo no trecho oeste da área de estudos.



Fonte: Os autores (2025).

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio dos perfis topográficos indicam de maneira objetiva uma marcante variabilidade sazonal típica de uma praia dominada por estágios morfodinâmicos intermediários. Observou-se a alternância de bancos de areia e canais e oscilações entre estreitamento e alargamento da faixa praial, associadas a variações das condições de agitação marítima. Bulhões (2006), em estudo próximo ao Posto 1, já apontava que o fundo arenoso apresentava topografia altamente susceptível à ação de ondas de alta energia e correntes, resultando em mudanças significativas em sua topografia.

A oscilação da linha de costa observada entre as campanhas deste trabalho reflete a resposta da praia a eventos de alta energia e sua posterior capacidade de autorrecuperação, o que reforça a ausência de uma tendência erosiva crônica no setor monitorado. Essa interpretação é corroborada pelo parecer técnico elaborado por especialistas a pedido do poder público (Brasil, 2023), o qual concluiu pela inexistência de erosão costeira contínua nesse trecho da Barra da Tijuca e enfatizou a distinção entre variabilidade praial natural e erosão de longo prazo. O referido parecer questionou, inclusive, a necessidade de intervenções de engenharia rígida na faixa de areia, apontando a carência de evidências técnicas de erosão progressiva e ressaltando a importância de alternativas baseadas na natureza para a proteção costeira (Brasil, 2023). Essa configuração dinâmica de ganhos e perdas sazonais é compatível com diversos exemplos no mundo, em costas expostas de alta energia (Short, 1999), nas quais a praia alterna entre fases deposicionais e erosivas sem apresentar déficit sedimentar permanente.

A identificação de escarpas e variações abruptas em alguns perfis, como no ponto 2, reflete episódios pontuais de estresse marinho, sobretudo durante o inverno, quando há maior incidência de frentes frias e ondas do quadrante Sul (Bulhões, 2006; Klumb-Oliveira, 2015). Contudo, conforme destacado por Calliari et al. (2003), a presença dessas feições efêmeras e características não deve ser interpretada como indicador de erosão contínua, mas como parte do ciclo natural de ajuste morfodinâmico das praias arenosas em resposta a eventos extremos. Em termos comparativos, os resultados obtidos dialogam com estudos realizados em outras praias urbanizadas do estado do Rio de Janeiro, como os de Pereira et al. (2017) na Praia de Piratininga e Saliba, Guzzo e Pereira (2019) na Praia da Macumba, Carvalho

et al. (2021) em 21 localidades na orla urbana da cidade, que apontam padrões semelhantes de variação sazonal e impactos de ressacas. Além disso, pesquisas conduzidas em outras regiões do litoral brasileiro, como em Baumhardt et al. (2024), em Balneário Camboriú (SC), e Cabral et al. (2020) em Recife (PE), entre outras, reforçam a importância de uma gestão costeira adaptativa que considere a dinâmica natural desses sistemas.

A análise integrada entre imagens de satélite e observações de campo e do mapa de uso e cobertura do solo evidenciou que a presença de vegetação em dunas frontais atua como importante limitador da ação de ondas de tempestade. Os trechos de orla desprovidos de vegetação de restinga coincidiram precisamente com as áreas de maior ocorrência de processos erosivos e danos à infraestrutura, revelando um padrão espacial de vulnerabilidade acentuada (Figura 10).

Essa constatação se mostra em linha com as recomendações do parecer técnico supracitado, que salientou o papel protetor das dunas frontais e da cobertura vegetal nativa na dissipação da energia das ondas para o local, criticando a instalação de estruturas rígidas justamente por suprimirem esses mecanismos naturais de proteção, enfatizando que a recuperação das dunas e da restinga seria uma estratégia mais eficaz e sustentável de defesa costeira do que a implementação de “soluções duras” de engenharia.

**Figura 10** - Presença e ausência de vegetação de restinga na praia da Barra da Tijuca, RJ. (a) Posto 3 da praia com presença de vegetação de restinga. (b) Posto 6 da praia com ausência de vegetação de restinga.



Fonte: Google Earth Pro (2024).

Os setores atingidos repetidamente por ressacas, que em Pereira (2022) foram interpretados como *hotspots* erosivos, indicam que os danos resultam principalmente da exposição direta de infraestruturas em áreas dinâmicas carentes de elementos

naturais de amortecimento. Conforme a definição de *coastal squeeze*, esse quadro tende a se agravar diante da elevação do nível do mar e da maior recorrência de ressacas do mar, sobretudo nos trechos em que barreiras fixas (urbanização e obras de defesa) à retaguarda das praias impedem a migração natural da praia para o continente.

No caso em estudo, a supressão das dunas frontais e da vegetação de restinga pela urbanização impede que a praia recue e se re programe espacialmente durante a passagem de tempestades, comprimindo os ecossistemas costeiros remanescentes e aumentando a vulnerabilidade ambiental e estrutural do litoral (Prosser et al., 2017; Chávez et al., 2021). Feagin et al. (2010) já demonstraram empiricamente o papel dessas formações vegetais costeiras na dissipação da energia incidente e na estabilização da linha de costa; sem tais formações, as ondas de tempestade atingem diretamente as construções, intensificando a erosão local e convertendo os trechos sem vegetação em verdadeiros *hotspots* de vulnerabilidade socioambiental.

A mera ocorrência de erosão episódica, portanto, não explica por si só a condição vulnerabilidade socioambiental, cujo conceito baseia-se na ideia de fenômeno espacial multidimensional que resulta da confluência entre perigos naturais e fragilidades sociais e institucionais (Bevacqua, Yu e Zhang, 2018; Bukvic et al., 2020). Quando infraestruturas urbanas permanecem desprotegidas em áreas originalmente ocupadas por dunas e restingas (já suprimidas pela ocupação), a capacidade natural de amortecimento das ondas torna-se insuficiente para evitar danos, ampliando a exposição a riscos. A pesquisa hemerográfica conduzida corrobora essa dinâmica, revelando a recorrência de prejuízos sociais e econômicos associados às ressacas e tempestades exatamente nos pontos onde o ecossistema praial foi eliminado e substituído por estruturas rígidas. Nesse contexto, propõe-se deslocar o foco analítico dos tradicionais *hotspots* erosivos, definidos estritamente por perdas sedimentares repetitivas (Pereira, 2022), para *hotspots* de vulnerabilidade, nos quais convergem simultaneamente, em setores críticos da costa, (i) altos níveis de exposição física a eventos extremos, (ii) fragilidades socioeconômicas das populações e deficiências institucionais na gestão, e (iii) comprometimento dos serviços ecossistêmicos de proteção costeira (Newton e Weichselgartner, 2014).

Ao ampliar o escopo de análise para além da morfodinâmica estritamente física, incorporando critérios de gestão territorial, padrões de ocupação urbana e a presença (ou ausência) de soluções baseadas na natureza (Bulhões, 2020), o conceito de

*hotspot* de vulnerabilidade torna-se uma ferramenta analítica interessante para orientar políticas costeiras integradas e adaptativas. Essa abordagem permite priorizar territórios onde a remoção de dunas e vegetação de restinga (associada à construção de calçadões, quiosques e ciclovias) aumentou substancialmente a susceptibilidade de infraestrutura e das comunidades locais frente aos eventos extremos.

## CONCLUSÕES

A síntese dos dados mostra que o trecho leste da Barra da Tijuca se comporta como um sistema pulsante onde a faixa de areia contrai-se e expande-se como forma de resposta morfológica em sintonia com o regime sazonal de ondas, sempre tendendo a recuperar o volume perdido logo após os episódios de maior energia de ondas incidentes na costa. Ao mesmo tempo, a série histórica de reportagens mostra que os danos urbanos não resultam de um recuo progressivo da linha de costa, e sim da associação entre a ocorrência de ressacas intensas e ocupações fixas instaladas sobre espaços de desenvolvimento ecológico da praia (como dunas frontais e vegetação de restinga). Os impactos observados são visíveis apenas em locais onde o ecossistema de praia foi completamente substituído pelas estruturas rígidas em contato com a porção dinâmica do perfil.

A análise integrada entre os padrões morfodinâmicos e os impactos urbanos observados permite afirmar que, em trechos onde não há tendência de erosão persistente, as intervenções de engenharia rígida não apenas se mostram desnecessárias, como podem agravar a vulnerabilidade local. Medidas baseadas na natureza, como a recuperação de dunas frontais e vegetação de restinga, seriam então mais adequadas, sustentáveis e menos onerosas. A vegetação, como constatado nas observações em campo, atua como barreira eficiente e suficiente à dissipação de energia das ondas de ressacas, reduzindo significativamente os impactos sobre a infraestrutura urbana.

No entanto, em 2023, contrariando evidências técnicas, dados científicos e o princípio da precaução ambiental, foi autorizada pelo poder público a instalação de estruturas rígidas na berma da praia. Tal intervenção, além da irregularidade por ausência de estudos e dispositivos legais de licenciamento, ignorou completamente a ausência de diagnóstico técnico que confirmasse alguma erosão contínua no setor. O parecer técnico assinado por pesquisadores da área atestou de forma categórica a inconsistência dessa ação, que não apenas careceu de embasamento científico, como

violou princípios básicos de gestão costeira. Essa obra, interrompida por determinação do Ministério Público, representa um caso emblemático de má conduta do planejamento/gerenciamento urbano costeiro do município.

Nesse sentido, temos um problema bem definido de vulnerabilidade urbana, fruto de decisões de ocupação de orla que não levou em consideração a importância do conhecimento geomorfológico como subsídio à gestão costeira.

Por fim, o conceito de *hotspot* de vulnerabilidade, é importante elemento de discussão enquanto instrumento analítico e político no contexto de áreas costeiras densamente urbanizadas como a estudada aqui. Em vez de focar exclusivamente em indicadores de erosão sedimentar, o conceito adotado incorpora a convergência entre exposição física, fragilidade social e degradação ecológica como determinantes da vulnerabilidade costeira. A Barra da Tijuca, nesse sentido, é um ponto importante de vulnerabilidade produzida pela ocupação inadequada, pela supressão de defesas naturais e pela adoção equivocada de soluções técnicas descoladas da realidade geomorfológica local.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. de A. **Evolução urbana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPLANRIO; Zahar, 1987. 147 p.

ALVES, R. F.; BRAGA, P. O. R.; LOPES, G. S.; MACHADO, S. S. C.; PEREIRA, T. G. Considerações iniciais sobre a morfodinâmica da praia da Barra da Tijuca e as recentes intervenções de engenharia costeira. In: XIV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 14., 2023, Corumbá, Mato Grosso do Sul. **Anais do XIV Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2023.

BARROS, J. D.; FERREIRA, J. C. V.; MONTEIRO, T. R. R.; SILVA, C. C. L. Avaliação de metodologias de vulnerabilidade ambiental para zonas costeiras. **Espaço em Revista**, v. 18, n. 2, p. 89–104, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5216/er.v18i2.44792>

BARROS, F. M. L.; COSTA, E. M.; BRANDÃO, H. D.; PIACESI, P. A. S.; COSTA, P. T. Avaliação da vulnerabilidade de praias à impacto por ressacas do mar na orla da cidade do Rio de Janeiro entre as praias do Leme e da Macumba. In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA**, 2024.

BAUMHARDT, O. F.; SANTOS, J. B.; COSTA, I. T.; WOLLMANN, C. A.; GOBO, J. P. A.; COSTA, T. O. Alteração de albedo e temperatura de superfície após engordamento artificial da Praia Central em Balneário Camboriú/SC, Brasil. 2024. DOI:10.18607/ES20241318423

BRASIL. 2023. Ministério Público Federal. **Parecer Técnico (Análise do Projeto Executivo da Dratec, Green Linl E Aquamodelo). Referente ao Processo nº 1.30.001.000216/2023-75.** LINS-DE-BARROS, F. M.; DIAS, M. S.; BULHÕES, E. M. R.; GUERRA, J. V.; PEREIRA, T. G.; SILVA, A. L. C.; OLIVEIRA FILHO, S. R.; ABUCHACRA, R. C.; VASCONCELOS, S. C. de ; ROCHA, T. B.; FERNANDEZ, G. B. Rio de Janeiro, 23 de fevereiro de 2023. 30 p.

BRASIL. 2023b. Ministério Público Federal. **Notificação nº /2023/PR-RJ/22º Ofício – Ref.: 1.30.001.000216/2023-75.** Rio de Janeiro, 31 jan. 2023. 2 p.

BRASIL. 2023c. Ministério Público Federal. **Termo de Ajustamento de Conduta – Inquérito Civil n.º 1.30.001.000216/2023-75.** Rio de Janeiro, 24 maio 2023. 8 p.

BEVACQUA, A.; YU, D.; ZHANG, Y. Coastal vulnerability: Evolving concepts in understanding vulnerable people and places. **Environmental Science and Policy**, v. 82, p. 19-29, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.006>

BULHÕES, E. M. R. **Condições Morfodinâmicas Associadas à Riscos aos Banhistas. Contribuição à Segurança nas Praias Oceânicas da Cidade do Rio de Janeiro, RJ.** 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BULHÕES, E. Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) **Geografia Marinha: Oceanos e Costas na perspectiva de geógrafos.** Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 655-688. ISBN 978-65-992571-0-0.

CARVALHO, B. C.; GUERRA, J. V. Coastal vulnerability of Rio de Janeiro shoreline (SE Brazil) due to natural and social impacts. **Journal of Coastal Research**, 95 (sp.1), p. 759-763. 2020. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI95-148.1>.

CARVALHO, B. C., LINS-DE-BARROS, F. M., DA SILVA, P. L., PENA, J. DO N. & GUERRA, J. V. 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**, 25(2). 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00821-8>.

CABRAL, J. J. S. P.; GUSMÃO, A. D.; JUNIOR, M. A. B. S.; BARROS, E. N. Desafios para a adaptação da infraestrutura de drenagem urbana em cenário de mudança do clima no Recife-PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.5, n.3, p. 302-318, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.5.3.2020.3025.302-318>.

CALLIARI, L. J., MUEHE, D., HOEFEL, F. G., TOLDO-JR, E. Morfodinâmica praial: Uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v.51, p.63 - 78, Brasil, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-77392003000100007>.

CHÁVEZ, V. A.; LITHGOW, D.; LOSADA, M.; SILVA-CASARIN, R. Coastal green infrastructure to mitigate coastal squeeze. **Journal of Infrastructure Preservation and Resilience**, v. 2, n. 7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43065-021-00026-1>.

COMPANS, R. Barra da Tijuca em números: um estudo sobre o licenciamento de construções nos anos 2000 e 2001. **Coleção Estudos Cariocas**, v. 2, n. 1, 2002.

COSTA, C. E. S.; VASCONCELOS, S. C.; ARMOND, N. B. Sistemas frontais e os impactos de eventos extremos na zona costeira do Rio de Janeiro – RJ: análise dos últimos 30 anos. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 45, e80393, 2024. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2024.80339>.

FEAGIN, R. A.; FIGLUS, J.; ZINNERT, J. C.; SIGREN, J.; MARTÍNEZ, M. L.; SILVA, R.; SMITH, W. K.; COX, D.; YOUNG D. R.; CARTER, G. Shelter from the storm? Use and misuse of coastal vegetation bioshields for managing natural disasters. **Conservation Letters**, v. 3, n. 1, p. 1–11, 2010. DOI: 10.1111/j.1755-263X.2009.00087.

Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP. **Distribuição da população por Regiões Administrativas (RA) do Município do Rio de Janeiro – 1980**. Rio de Janeiro: IPP, 1980. Disponível em: <<https://shre.ink/SIHr>>. Acesso em 6 out. 2025.

Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP. **População residente e estimada – Brasil, Estado do Rio de Janeiro, Município do Rio de Janeiro e Regiões Administrativas (RA) – 2000/2010/2013–2016/2020**. Rio de Janeiro: IPP, 2020. Disponível em: <<https://shre.ink/SIHf>>. Acesso em: 6 out. 2025.

KLUMB-OLIVEIRA, L. A. **Variabilidade Interanual do Clima de Ondas e Tempestades e Seus Impactos Sobre a Morfodinâmica de Praias do Litoral do Sudeste do Estado do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. 105p.

LINS-DE-BARROS, F. M.; KLUMB-OLIVEIRA, L.; LIMA, R. F. Avaliação histórica da ocorrência de ressacas marinhas e danos associados entre os anos de 1979 e 2013 no litoral do estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v.18, n. 2, p. 85-102, 2018. DOI: 10.5894/rgci-n146.

MALTA, J. V.; CASTRO, J. W. A. Petrografia, Isótopos Estáveis e Geocronologia das Rochas de Praia Beachrocks do Litoral do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste Brasileiro, 2018. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Rio de Janeiro, v.41, n.1, p. 232-244. 2018. DOI: 10.11137/2018\_1\_232\_244

MARTÍNEZ, M. L.; HESP, P. A.; GALLEGU-FERNÁNDEZ, J. B. Coastal dune restoration: trends and perspectives. In: MARTÍNEZ, M. L.; GALLEGU-FERNÁNDEZ, J. B.; HESP, P. A. (eds.). **Restoration of Coastal Dunes**. 2013. p. 323–339. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33445-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33445-0_20).

MLAMBO, R.; WOODHOUSE, I.H.; GERARD, F.; ANDERSON, K. Structure from Motion (SfM) Photogrammetry with Drone Data: A Low Cost Method for Monitoring Greenhouse Gas Emissions from Forests in Developing Countries. **Forests** 2017, 8, 68. <https://doi.org/10.3390/f8030068>

MUEHE, D. Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento,

Orçamento e Gestão. **Projeto Orla: subsídios para um projeto de gestão**. Brasília: MMA; MP, 2004. p. 13–32.

MUEHE, D.; ROSO, R.H.; SAVI, D.C.; Avaliação de método expedito de determinação do nível do mar como datum vertical para amarração de perfis de praia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.4, n.1, p. 53-57, 2003. DOI: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/19>

NASCIMENTO, V. X. **Dinâmica costeira das praias urbanas: Areia Preta, Praia do Meio e Praia do Forte em Natal/RN, Brasil**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. 110p.

NEWTON, A.; WEICHSELGARTNER, J. Hotspots of coastal vulnerability: A DPSIR analysis to find societal pathways and responses. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.140, p. 123-133, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.10.010>

NORDSTROM, K. F. **Recuperação de praias e dunas**. Tradução de Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 263 p.

PARDAL, A. CHRISTOFOLETTI, R. A. MARTINEZ, A. S. Urbanisation on the coastline of the most populous and developed state of Brazil: the extent of coastal hardening and occupations in low-elevation zones. **Anthropocene Coasts**, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44218-024-00048-8>.

PARECER TÉCNICO – Ref.: 1.30.001.000216/2023-75. Ministério Público Federal, Procuradoria da República no Rio de Janeiro, 23 fev. 2023. 15 p. Documento técnico elaborado em atendimento ao Ofício PR-RJ-22º Ofício n.º 943/2021.

PEREIRA, T. G.; OLIVEIRA FILHO, S. R.; MORAES, C. A.; LESSA, A. C. P. Impacto das Tempestades de 2016 em Orla Urbanizada: Arco Praial de Piratininga, Niterói - RJ. **Revista do Departamento de Geografia da USP.**, v.Esp, p.75 - 84, 2017. DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132750

PEREIRA, T. G. Hotspots de erosão em orlas urbanas no litoral do Rio de Janeiro. In: COSTA, A. J. S. T.; TUNES, R. H. (Orgs.). **Geografia do Estado do Rio de Janeiro: estudos sobre cultura, globalização e natureza**. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2022. p. 431–464.

PENA, J. N. **Dinâmica geomorfológica das praias oceânicas urbanas da cidade do Rio de Janeiro e impactos associados a ressacas do mar: uma contribuição à gestão costeira**. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. 149p.

PILKEY, O.H.; WRIGHT III, H.L. Seawalls versus beaches. **Journal of Coastal Research**, v. SI4, p. 41-64, 1988.

PONTEE, N. Defining coastal squeeze: A discussion. **Ocean & Coastal Management**, v. 84, p. 204–207, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.07.010>.

PROSSER, D. J.; JORDAN, T. E.; NAGEL, J. L.; SEITZ, R. D.; WELLER, D. E.; WHIGHAM, D. F. Impacts of coastal land use and shoreline armoring on estuarine ecosystems: an introduction to the special issue. **Estuaries and Coasts**, v. 40, n. 1, p. 1–8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12237-017-0331-1>.

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

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. 1 v.

SHORT, A. D. Wave Dominated Beaches. In: **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. Sydney, Australia: John Wiley & Sons, 1999. pg. 174-203.

SILVA, G. C. O processo de ocupação urbana da Barra da Tijuca (RJ): problemas ambientais, conflitos sócio-ambientais, impactos ambientais urbanos. 2006. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**. 1. 65. 10.20396/parc.v1i1.8634529.

SILVA, G.C. (In)Sustentabilidade ambiental na ocupação urbana da Barra da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)**, São Carlos, Brasil, n. 5, p. 80–98, 2007. DOI: 10.11606/issn.1984-4506.v0i5p80-98. Disponível em: <https://revistas.usp.br/risco/article/view/44691>.

Recebido em 30 de junho de 2025  
Aceito em 10 de março de 2026