Contenção Costeira e Gestão Territorial: Monitoramento e impactos de estruturas rígidas na praia de Jatiúca em Maceió-AL.

Coastal Protection and Territorial Management: Monitoring and impacts of rigid structures at Jatiúca Beach in Maceió, Alagoas.

Sandy Carolyne Carneiro Alves Santos[1]

Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida[2]

RESUMO: A ocupação urbana intensa da faixa litorânea brasileira tem ampliado a exposição de áreas costeiras a processos erosivos, levando à adoção recorrente de estruturas rígidas de contenção cuja efetividade local frequentemente desloca o problema para setores adjacentes. Este artigo analisa os efeitos morfodinâmicos e as implicações para a gestão territorial de uma estrutura rígida de contenção implantada em 2022 em um trecho de aproximadamente 700 m da Praia de Jatiúca, Maceió-AL. Por meio de levantamentos aerofotogramétricos com veículo aéreo não tripulado (VANT), apoiados por posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System) relativo cinemático em tempo real RTK (Real Time Kinematic) e realizados bimestralmente entre setembro de 2023 e julho de 2024, foram monitorados 14 perfis praiais transversais em duas zonas de estudo. Os resultados indicam acúmulo sedimentar junto à estrutura, estreitamento da faixa de areia exposta na preamar entre os perfis 3 e 9, possivelmente associados à reflexão de ondas e à intensificação de correntes; e maior estabilidade no setor protegido por recifes de coral. Conclui-se que a ausência de um programa permanente de monitoramento e de planejamento territorial integrado compromete a gestão da orla, e indicam-se os produtos do monitoramento passíveis de incorporação às bases municipais e ao cadastro territorial multifinalitário.

Palavras-chave: Gestão costeira; Erosão costeira; Estruturas rígidas de contenção; Monitoramento geoespacial; Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

ABSTRACT: Intense urban occupation of the Brazilian coastline has increased the exposure of coastal areas to erosion. As a result, rigid containment structures are often built, but their local effectiveness frequently shifts the problem to adjacent sectors. This paper analyzes the morphodynamic effects and territorial management implications of a rigid containment structure built in 2022 along an approximately 700 m stretch of Jatiúca Beach, Maceió, Alagoas, Brazil. Fourteen cross-shore beach profiles in two study zones were monitored through photogrammetric surveys with an unmanned aerial vehicle (UAV). The surveys were supported by GNSS (Global Navigation Satellite System) relative positioning using the RTK (Real Time Kinematic) method and were carried out bimonthly between September 2023 and July 2024. The results indicate sediment accumulation next to the structure and narrowing of the exposed sand strip at high tide between profiles 3 and 9, possibly associated with wave reflection and current intensification. They also show greater stability in the sector protected by coral reefs. It is concluded that the lack of a permanent monitoring program and of integrated territorial planning compromises shoreline management. The monitoring products suitable for incorporation into municipal databases and the multipurpose territorial cadastre are also identified.

Keywords: Coastal management; Coastal erosion; Rigid containment structures; Geospatial monitoring; Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

1 INTRODUÇÃO

A faixa litorânea do Brasil concentra parcela expressiva da população, dos investimentos e das atividades econômicas do país. Segundo o Censo Demográfico de 2022, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), mais da metade

[1] Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica / sandy.santos@ceca.ufal.br

[2] Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica / henrique.ravi@ceca.ufal.br

da população brasileira reside em áreas próximas ao litoral, dentre as quais, 111,28 milhões de pessoas (54,8%) dos 203,08 milhões de habitantes do país vivem a até 150 km da costa. Essa intensa ocupação humana provoca alterações significativas nas características naturais da orla, uma vez que a demanda por uso do solo impõe às zonas costeiras um desenvolvimento urbano que, com frequência, interfere na dinâmica natural do transporte de sedimentos (Bittencourt *et al*., 2005; Tesslet; Goya, 2011).

Quando a ocupação da zona costeira compromete o equilíbrio sedimentar, a erosão costeira se instala como um dos processos morfodinâmicos mais recorrentes e de maior impacto sobre praias arenosas (Muehe, 2006; Komar, 1998). A resposta mais comum ao avanço erosivo sobre áreas urbanizadas tem sido a instalação de estruturas rígidas de contenção (muros, diques, quebra-mares, gabiões e sistemas de blocos pré-moldados), fixadas ou não ao continente. O problema central dessas soluções é que, embora projetadas para resolver um problema pontual, frequentemente redirecionam a energia das ondas e os fluxos de deriva litorânea, deslocando ou intensificando os processos erosivos em setores adjacentes (Muehe, 2006).

Esse dilema se manifesta de forma emblemática na Praia de Jatiúca, em Maceió-AL, onde o agravamento da erosão costeira a partir de 2020 motivou, em 2022, a adoção sucessiva de duas soluções emergenciais: primeiro a disposição de grandes sacos de areia (big bags) e, na sequência, a instalação de um muro de blocos de concreto pré-moldados do sistema BetonBloc, tecnologia de contenção marítima de origem holandesa (Silva *et al*., 2023). Passados poucos anos da intervenção, permanecem em aberto questões centrais para a gestão da orla: a estrutura de fato contém a erosão ao longo de toda a sua extensão de influência? Que efeitos secundários ela produz em setores adjacentes? E, sobretudo, que instrumentos de planejamento territorial são necessários para acompanhar tecnicamente esses efeitos ao longo do tempo?

Compreender como obras de contenção interferem nos processos costeiros é fundamental para o planejamento e a gestão eficazes da zona costeira (Muehe, 2006; Santos, 2004). Nesse sentido, o monitoramento geoespacial de perfis praiais, viabilizado atualmente por levantamentos aerofotogramétricos com veículos aéreos não tripulados (VANT) associados a posicionamento GNSS de alta precisão, oferece uma base técnica objetiva para qualificar decisões que, historicamente, têm sido tomadas em caráter emergencial.

Este artigo deriva de trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e tem como recorte específico os impactos morfodinâmicos da estrutura rígida de contenção implantada em Jatiúca e suas implicações para a gestão territorial da zona costeira de Maceió. Discute-se, ainda, de que forma dados de monitoramento costeiro podem subsidiar instrumentos municipais de ordenamento territorial e dialogar com o cadastro territorial multifinalitário enquanto ferramenta de apoio a decisões mais justas e tecnicamente embasadas sobre o uso do solo na orla urbana.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar os efeitos morfodinâmicos decorrentes da implantação de uma estrutura rígida de contenção costeira em trecho da Praia de Jatiúca, em Maceió-AL, e discutir suas implicações para a gestão territorial da zona costeira.

2.2 Específicos

- Reconstituir o histórico das intervenções emergenciais de contenção costeira implantadas em Jatiúca entre 2020 e 2022;
- Monitorar, por meio de VANT e GNSS/RTK, a evolução de perfis praiais transversais na área de influência da estrutura ao longo de um ciclo sazonal completo;
- Identificar padrões espaciais de acreção e erosão associados à obra de contenção e a setores adjacentes;
- Discutir as implicações dos resultados obtidos para os instrumentos de gestão territorial da orla urbana de Maceió.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Erosão costeira e estruturas rígidas de contenção

A erosão costeira é um processo morfodinâmico natural e/ou induzido por ações antrópicas, caracterizado pela retirada de sedimentos da linha de costa e pelo consequente recuo da faixa litorânea. O fenômeno ocorre quando a taxa de perda de sedimentos supera a taxa de deposição, comprometendo a estabilidade morfológica e ecológica das praias (Muehe, 2006; Komar, 1998).

Entre os fatores naturais que condicionam a erosão costeira destacam-se a ação de ondas e correntes de deriva litorânea, os eventos extremos, como ressacas e tempestades, e o déficit sedimentar natural (Komar, 1998; Short, 2006). É no contexto antrópico, entretanto, que a erosão costeira brasileira tem se agravado, sobretudo pela urbanização desordenada e pela construção de obras costeiras (espigões, quebra-mares e muros de contenção) que, ao interferirem na deriva litorânea, tendem a causar erosão a jusante (Bittencourt *et al*., 2005; Muehe, 2006). Em escala global, cerca de 24% das praias arenosas apresentam recuo superior a 0,5 m/ano (Luijendijk *et al*., 2018), tendência que pode se agravar sob cenários de elevação do nível do mar (Vousdoukas *et al*., 2020).

Esse é o principal dilema das estruturas rígidas: embora projetadas para resolver um problema localizado, tendem a interromper o trânsito natural de sedimentos e podem intensificar a erosão em setores vizinhos (Muehe, 2006). Ao impedir a migração do perfil praial em direção ao continente, podem ainda produzir o estrangulamento costeiro (coastal squeeze), em que a faixa de praia é comprimida entre a estrutura e o mar (Pontee, 2013). Avaliar sua eficácia exige, portanto, compreender a morfodinâmica praial local, isto é, a interação entre o perfil de praia e as ondas, marés e correntes (Wright; Short, 1984; Klein; Medeiros; Suguio, 2001).

O modelo morfodinâmico proposto por Wright e Short (1984) permanece a principal referência para a classificação do estado morfodinâmico de praias arenosas, associando parâmetros como a velocidade de decantação dos sedimentos e a energia de ondas a um espectro de estados que varia de dissipativo a refletivo, passando por estágios intermediários. Essa classificação fornece a base conceitual para interpretar, de forma sistemática, como uma praia responde (em termos de erosão, transporte e deposição de sedimentos) à presença de uma estrutura rígida de contenção (Klein; Costa, 2004).

3.2 Gestão territorial da zona costeira

A gestão territorial da zona costeira consiste no planejamento e na administração do uso e da conservação dos espaços litorâneos, considerando suas características ambientais,

socioeconômicas e culturais. Trata-se de um campo interdisciplinar que busca equilibrar o desenvolvimento urbano, as atividades econômicas e a preservação ambiental em áreas de transição entre os ambientes marinho e terrestre, historicamente sujeitas a intensa pressão urbana, turística e industrial (Muehe, 2006; Tessler; Goya, 2011).

No Brasil, o principal marco legal orientador dessa gestão é a Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituída pela Lei nº 7.661/1988 (Brasil, 1988), que estabelece diretrizes para o uso racional dos recursos e para a proteção do patrimônio natural, histórico, étnico e cultural da zona costeira. A efetividade desse marco legal, contudo, depende da sua articulação com instrumentos de planejamento municipal (planos diretores, zoneamentos ecológico-econômicos e planos de área) e com bases técnicas atualizadas sobre a dinâmica costeira local, o que nem sempre ocorre de forma sistemática (Andrade; Dantas; Medeiros, 2005).

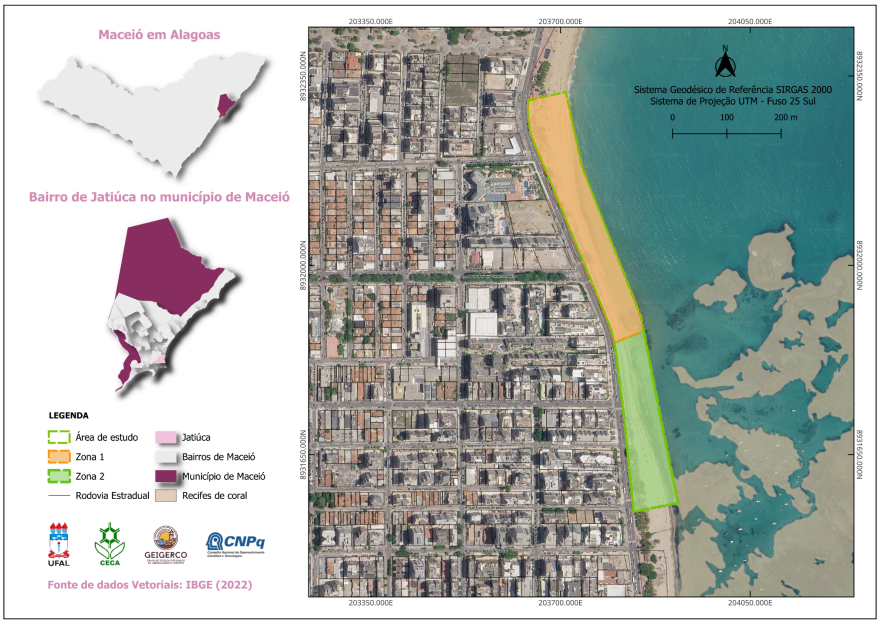
O caso de Maceió ilustra essa lacuna. Estudos anteriores já demonstraram associação entre o grau de desenvolvimento urbano da planície costeira e a evolução da linha de costa a médio e curto prazo (Santos, 2004), evidenciando que decisões de uso e ocupação do solo tomadas sem base técnica adequada tendem a agravar processos erosivos que, posteriormente, exigem respostas emergenciais e onerosas, como ocorreu em Jatiúca. Instrumentos como o Plano Municipal de Saneamento Básico (Maceió, 2016) e o Plano de Área do Porto de Maceió (Porto de Maceió, 2023) demonstram que o município já dispõe de experiência na elaboração de planos setoriais territoriais; falta, entretanto, integrar a esses instrumentos dados de monitoramento morfodinâmico contínuo da orla.

Entre os principais desafios da gestão territorial da zona costeira estão a fragmentação entre políticas ambientais e urbanísticas, a escassez de recursos para estratégias de longo prazo e a dificuldade de antecipar a resposta da linha de costa a intervenções e a eventos extremos (Cunha; Melo, 2018). Nesse cenário, o monitoramento geoespacial sistemático de praias urbanizadas, hoje viabilizado por VANT e GNSS de precisão, tornou-se base empírica central para avaliar intervenções costeiras (Gonçalves; Henriques, 2015; Turner; Harley; Drummond, 2016) e para qualificar o cadastro territorial da orla.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na porção central do litoral do município de Maceió, Alagoas, compreendendo um trecho de aproximadamente 700 m da Praia de Jatiúca, entre os bairros de Ponta Verde e Jatiúca. Transversalmente, é delimitada pela Avenida Álvaro Otacílio e pelo Oceano Atlântico; suas coordenadas geográficas estão compreendidas entre 9°38'55,74" Sul / 35°42'0,91" Oeste e 9°39'18,62" Sul / 35°41'54,96" Oeste, referenciadas ao Sistema Geodésico SIRGAS 2000 (Figura 1). O trecho foi subdividido em duas zonas de estudo delimitadas por coordenadas geográficas: a Zona 1, situada mais ao norte e abrangendo o setor onde se encontra instalada a estrutura rígida de contenção; e a Zona 2, situada mais ao sul, parcialmente protegida por recifes de coral do tipo franja.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, trecho da Praia de Jatiúca, Maceió-AL.



Fonte: Autores (2025).

4.1 Histórico das intervenções de contenção em Jatiúca

A erosão costeira na Praia de Jatiúca é um problema recorrente há décadas, mas apresentou agravamento expressivo a partir de 2020, o que motivou a adoção de obras emergenciais de contenção ao longo da orla (Silva *et al.*, 2023). Em 2022, como primeira resposta emergencial, foram implantados grandes sacos de areia (*big bags*), solução amplamente utilizada em projetos de contenção costeira por sua rapidez de implementação e menor custo em relação a outras estruturas rígidas, como enrocamento, espigão e betonbloc (Amorim *et al.*, 2023), posicionados em pontos vulneráveis para conter o avanço do mar (Figura 2).

Figura 2 – Grandes sacos de areia (big bags) em trecho da orla de Jatiúca, 2022.



Fonte: Edilson Omena – Tribuna Independente (2022).

Constatada a insuficiência dessa medida provisória para conter a erosão, ainda em 2022 optou-se pela instalação de um muro de blocos de concreto pré-moldados, sem armadura, que se encaixam entre si formando uma espécie de escada de contenção, sistema conhecido como BetonBloc, de origem holandesa, projetado para dissipar a energia das ondas no próprio corpo da estrutura. Essa sequência de intervenções é característica da resposta emergencial que, no Brasil, tende a substituir o planejamento preventivo da gestão costeira, reforçando a necessidade de monitoramento técnico contínuo dos efeitos dessas obras sobre a morfodinâmica praial adjacente.

5 METODOLOGIA

5.1 Monitoramento geoespacial (VANT e GNSS/RTK)

O monitoramento da área de estudo baseou-se na integração de levantamentos aerofotogramétricos com veículo aéreo não tripulado (VANT) e posicionamento GNSS pelo método de posicionamento absoluto RTK. Inicialmente, foram materializadas oito Referências de Nível (RRNN) fixas sobre calçadões, meios-fios e a própria estrutura de contenção, complementadas por dez pontos de controle removíveis distribuídos ao longo da extensão longitudinal da praia, garantindo a precisão geométrica dos modelos gerados. Uma estação base com receptor GNSS foi instalada em ponto de coordenadas e altitude conhecidas, referenciado ao SIRGAS 2000, a partir da qual as RRNN foram determinadas por um receptor móvel (rover) operando em RTK.

Os levantamentos aerofotogramétricos foram conduzidos com a aeronave DJI Phantom 4 Advanced (Dji, 2020), com planejamento de voo realizado na plataforma DroneDeploy® (Dronedeploy, 2022), a uma altitude de 60 m e sobreposição longitudinal e lateral de 80% e 80%, respectivamente. Ao longo de um ano, foram realizadas seis sessões de voo, com periodicidade bimestral, entre setembro de 2023 e julho de 2024, cobrindo as duas zonas de estudo definidas na área de estudo. As imagens obtidas foram processadas fotogrametricamente com o software Agisoft Metashape (Agisoft, 2023) para a geração de ortomosaicos e modelos digitais de superfície georreferenciados.

5.2 Perfis praiais e análise volumétrica

A partir dos modelos digitais de superfície, foram extraídos 14 perfis praiais transversais (Perfil 0 a Perfil 13), distribuídos ao longo da área de estudo (Figura 3), permitindo a comparação da evolução da cota altimétrica e do volume de sedimentos ao longo dos seis levantamentos de campo. Complementarmente, a largura da faixa de areia exposta foi determinada a partir de ortomosaicos obtidos durante marés de sizígia, e a granulometria dos sedimentos foi caracterizada em laboratório conforme proposto por Wentworth (1922), subsidiando a estimativa da velocidade de queda dos grãos e a classificação do estado morfodinâmico da praia segundo o índice proposto por Wright e Short (1984).

Figura 3 – Localização dos 14 perfis transversais monitorados na área de estudo.



Fonte: Autores (2025).

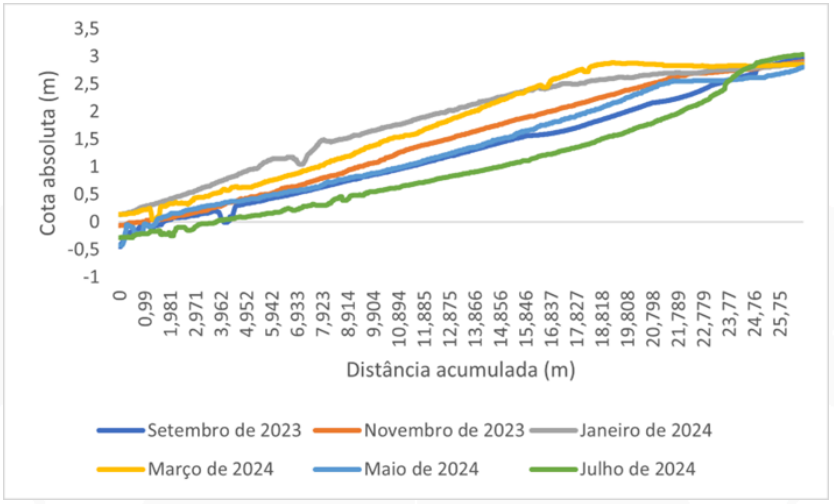
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Resposta morfodinâmica junto à estrutura de contenção (Zona 1)

Nos perfis situados na Zona 1, na área de influência direta da estrutura de contenção, observou-se uma tendência geral de estabilidade e acúmulo sedimentar ao longo do período monitorado. O Perfil 0, materializado sobre a própria estrutura, apresentou variações volumétricas moderadas entre os seis levantamentos, partindo de 54,956 m³ em setembro de 2023 a um mínimo de 24,740 m³ em março de 2024, seguido de recuperação para 56,229 m³ em julho de 2024, sugerindo uma dinâmica de erosão e deposição compensatória, mas sem indícios de recuo progressivo da linha de costa. Esse comportamento é consistente com a hipótese de que a estrutura de contenção tem contribuído para a retenção de sedimentos e a manutenção da posição da linha de costa nesse setor.

O Perfil 1 (Figura 4) confirmou essa tendência, com as cotas mais baixas em setembro de 2023, ao final do período de maior energia de ondas (inverno austral), e elevação progressiva nas campanhas seguintes, até as maiores cotas em maio de 2024. A formação de bermas e o crescimento da pós-praia indicam um ambiente dominado pela deposição, com contribuição do transporte eólico. Em conjunto, os perfis 0 e 1 indicam que, no setor imediatamente adjacente, a obra tem contido o avanço erosivo.

Figura 4 – Variação do Perfil Transversal 1 entre setembro de 2023 e julho de 2024.

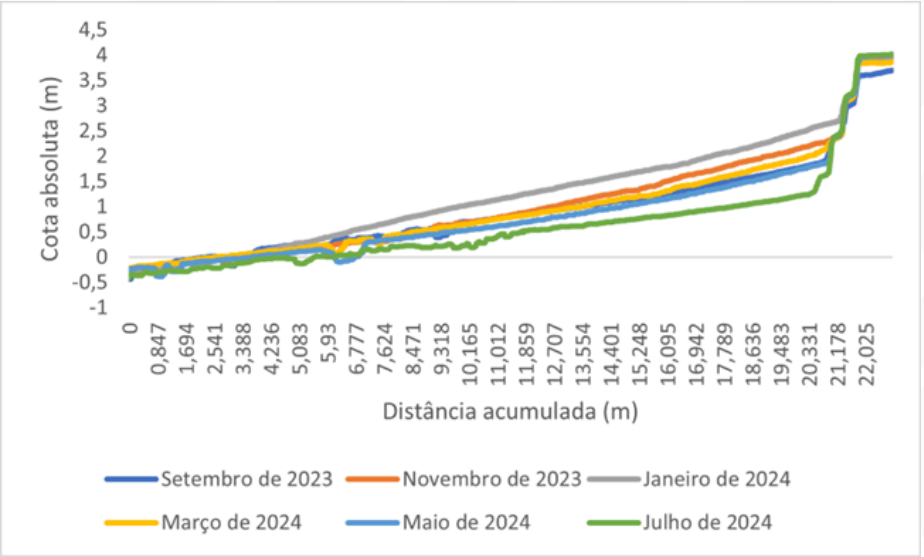


Fonte: Autores (2025).

6.2 Efeitos adjacentes e o papel dos recifes de coral (Zona 2)

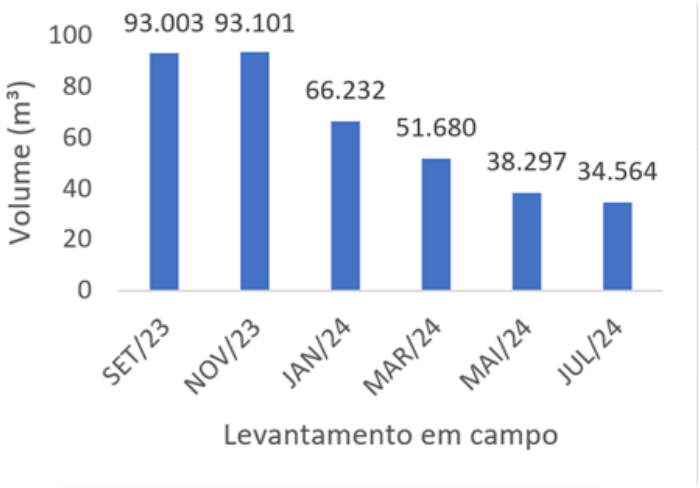
Nos perfis mais distantes da estrutura, o padrão é distinto. O Perfil 2 (Figuras 5 e 6) manteve-se estável entre setembro e novembro de 2023 (93,00 m³ e 93,10 m³), mas perdeu volume progressivamente até 34,56 m³ em julho de 2024, cerca de 63% do volume inicial. Essa perda contínua, distinta da recuperação dos perfis 0 e 1, é compatível com a hipótese de que a estrutura tenha redirecionado o fluxo sedimentar longitudinal, efeito descrito na literatura para obras instaladas sem análise prévia da deriva litorânea (Muehe, 2006; Pontee, 2013).

Figura 5 – Variação do Perfil Transversal 2 entre setembro de 2023 e julho de 2024.



Fonte: Autores (2025).

Figura 6 – Variação do volume praial do Perfil Transversal 2 ao longo dos levantamentos.



Fonte: Autores (2025).

Verificou-se também perda da faixa de praia exposta na preamar entre os perfis 3 e 9, padrão compatível com a reflexão de ondas na face da estrutura e a intensificação de correntes junto à sua base, comum em praias contidas por estruturas refletivas (Komar, 1998; Klein; Costa, 2004). Na Zona 2 observou-se maior estabilidade e deposição mais duradoura; como essa zona é protegida por recifes que dissipam a energia das ondas, essa estabilidade não pode ser atribuída apenas à distância em relação à estrutura.

A caracterização granulométrica indicou predominância de areia média, moderadamente selecionada, o que permitiu classificar a Praia de Jatiúca, segundo Wright e Short (1984), como de estado intermediário a refletivo, com processos erosivos localizados, faixas de areia estreitas, quebra de ondas junto à estrutura e escarpas de erosão.

6.3 Limitações do estudo

Os resultados devem ser lidos à luz de limitações do delineamento: o monitoramento começou após a conclusão da obra, sem série pré-intervenção; não foram coletados dados hidrodinâmicos diretos (ondas, correntes e nível do mar), o que impede verificar os mecanismos de reflexão e de intensificação de correntes invocados; a Zona 2, protegida por recifes, possui forçantes distintas e não constitui setor-controle; e a série de onze meses cobre um único ciclo sazonal. Assim, as relações entre a estrutura e os setores adjacentes são tratadas como hipóteses coerentes com a literatura (Komar, 1998; Muehe, 2006; Pontee, 2013), cuja verificação requer série mais longa, dados hidrodinâmicos e reconstituição da linha de costa anterior a 2022 por imagens históricas.

6.4 Implicações para a gestão territorial da zona costeira

Os resultados evidenciam um padrão espacialmente heterogêneo de resposta da praia à estrutura rígida de contenção: efetividade local na retenção de sedimentos junto à obra, mas efeitos adversos que se propagam por, ao menos, sete perfis adjacentes (perfis 3 a 9), configurando um raio de influência que ultrapassa em muito a extensão física da intervenção. Esse padrão reforça um alerta recorrente na literatura sobre engenharia costeira: obras de contenção pontuais tendem a deslocar, e não a resolver, o déficit sedimentar de um trecho de costa (Muehe, 2006; Komar, 1998).

Do ponto de vista da gestão territorial, esse achado tem implicações diretas. Primeiro, decisões sobre novas intervenções de contenção costeira em Maceió, e em contextos urbanos costeiros semelhantes, não deveriam ser tomadas isoladamente por trecho de praia, mas a partir de uma leitura integrada da deriva litorânea e dos efeitos a jusante, o que demanda a incorporação de dados morfodinâmicos atualizados aos instrumentos municipais de ordenamento territorial, como planos diretores e zoneamentos ecológico-econômicos da orla. A ausência de um programa permanente e institucionalizado de monitoramento costeiro, hoje viabilizado, a custo relativamente baixo, por VANT e GNSS, compromete a capacidade do poder público de antecipar efeitos de médio e longo prazo e de embasar tecnicamente decisões sobre obras emergenciais, que tendem a ser mais custosas e menos eficazes que intervenções planejadas.

Nesse sentido, o monitoramento geoespacial de perfis praiais, tal como conduzido por Almeida (2018), constitui um insumo técnico relevante para qualificar bases cadastrais territoriais da zona costeira, aproximando-se do que se propõe como cadastro territorial multifinalitário: uma base de informação georreferenciada, atualizada e integrada, capaz de subsidiar decisões de uso e ocupação do solo litorâneo de forma tecnicamente fundamentada e territorialmente mais justa, sobretudo em áreas urbanas de alta densidade construtiva e elevado valor imobiliário, como é o caso da orla de Jatiúca.

De forma objetiva, o Quadro 1 sintetiza os produtos do monitoramento incorporáveis às bases municipais de gestão territorial e ao CTM, cuja atualização periódica no SIG municipal converteria o monitoramento em instrumento permanente de gestão da orla.

Quadro 1 – Produtos do monitoramento e sua incorporação às bases municipais e ao CTM.

Produto	**Camada na base municipal/CTM**	**Aplicação na gestão territorial**
Ortomosaico	Base cartográfica da orla	Atualização de logradouros, mobiliário urbano e limite de uso público da praia
MDS e perfis transversais	Camada altimétrica e rede de monitoramento	Delimitação de faixas sujeitas a inundação; acompanhamento da erosão por setor
Linha de costa e de preamar	Série histórica da posição da preamar	Recuos construtivos, faixas non aedificandi e interlocução com a SPU
Volumes e largura da faixa de areia	Indicadores de desempenho da orla	Avaliação de obras de contenção e condicionantes de licenciamento
Rede de RRNN	Rede de referência cadastral	Integração de levantamentos futuros ao mesmo referencial

Fonte: Autores (2025).

7 CONCLUSÃO

Este artigo analisou os efeitos morfodinâmicos da estrutura rígida de contenção costeira implantada em 2022 na Praia de Jatiúca, em Maceió-AL, como resposta ao avanço erosivo iniciado em 2020, e discutiu suas implicações para a gestão territorial da zona costeira. Por meio de levantamentos planialtimétricos com VANT e GNSS/RTK, realizados bimestralmente entre setembro de 2023 e julho de 2024, foi possível monitorar de forma

sistemática a evolução de 14 perfis praiais transversais distribuídos em duas zonas de estudo.

Os resultados demonstram que o uso combinado de VANT e geoprocessamento é eficaz para o monitoramento da morfodinâmica costeira em áreas com obras de contenção. A Zona 1 apresentou acúmulo sedimentar e estabilidade da linha de costa, mas essa estabilidade local coexistiu com perdas em setores adjacentes, como a redução da faixa de praia na preamar entre os perfis 3 e 9 e a perda de volume no Perfil 2, possivelmente associadas à reflexão de ondas junto à estrutura. A Zona 2, protegida por recifes, foi mais estável, embora essa proteção impeça tratá-la como setor-controle.

Conclui-se que intervenções dessa natureza devem ser acompanhadas de monitoramento permanente, capaz de antecipar efeitos de médio e longo prazo em regiões adjacentes, e que seus produtos podem alimentar instrumentos de gestão e o cadastro territorial multifinalitário como apoio à justiça territorial. Recomenda-se a continuidade do monitoramento, a ampliação da série temporal, a incorporação de medições hidrodinâmicas e a integração dos dados ao planejamento territorial de Maceió.

Referências

AGISOFT. *Metashape Professional: user manual*, version 2.0. 2023. Disponível em: https://www.agisoft.com. Acesso em: 1 maio 2025.

ALMEIDA, Henrique Ravi Rocha de Carvalho. *Influência dos processos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos no zoneamento costeiro e na plataforma continental rasa do litoral do município da Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil*. 2018. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: https://attena.ufpe.br/handle/123456789/32722. Acesso em: 21 jul. 2026.

AMORIM, Emanoel Silva de et al. Análise da viabilidade técnica-econômica das estruturas de contenção à erosão costeira. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 23, n. 2, p. 177-189, 2023. Disponível em: https://ojs.aprh.pt/index.php/rgci/article/view/553. Acesso em: 27 jul. 2026.

ANDRADE, R. F.; DANTAS, E. W.; MEDEIROS, C. R. S. *Diagnóstico ambiental do município de Maceió*. Maceió: IBAMA/IBDFLORA, 2005.

BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Dinâmica sedimentar e erosão costeira no litoral brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 2, p. 103-116, 2005.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 maio 1988.

CUNHA, L. S.; MELO, O. A. Avaliação da vulnerabilidade costeira frente às mudanças climáticas: uma abordagem integrada. *Boletim de Geografia*, v. 36, n. 2, p. 142-162, 2018.

DJI. *Phantom 4 Advanced: specifications*. 2020. Disponível em: https://www.dji.com/phantom-4-advanced. Acesso em: 1 maio 2025.

DRONEDEPLOY. *Mapping best practices guide*. 2022. Disponível em: https://www.dronedeploy.com. Acesso em: 1 maio 2025.

GONÇALVES, J. A.; HENRIQUES, R. UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 104, p. 101-111, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo*

Demográfico 2022: população e domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

KLEIN, A. H. F.; COSTA, M. B. Influência da morfodinâmica praial nos processos de erosão marinha em praias arenosas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 5, n. 1, p. 49-59, 2004.

KLEIN, A. H. F.; MEDEIROS, C.; SUGUIO, K. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 49, n. 1-2, p. 9-19, 2001.

KOMAR, P. D. *Beach processes and sedimentation*. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

LUIJENDIJK, A. et al. The state of the world's beaches. *Scientific Reports*, v. 8, art. 6641, 2018.

MACEIÓ (Município). *Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió: diagnóstico da situação do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (Produto 2.7)*. Maceió: Prefeitura Municipal, 2016.

MUEHE, D. (org.). *Geomorfologia costeira do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

OMENA, Edilson. *Grandes sacos de areia (big bags) na orla de Jatiúca*. Maceió: Tribuna Independente, 2022. 1 fotografia. Disponível em: [[URL]]. Acesso em: [[data]].

PONTEE, N. Defining coastal squeeze: a discussion. *Ocean & Coastal Management*, v. 84, p. 204-207, 2013.

PORTO DE MACEIÓ. *Plano de área do Porto de Maceió*. Maceió: Porto de Maceió, 2023.

SANTOS, R. C. A. L. *Evolução da linha de costa a médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió, Alagoas*. 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SHORT, A. D. *Beaches of the New South Wales coast: a guide to their nature, characteristics, surf and safety*. 2. ed. Sydney: Coastal Studies Unit, University of Sydney, 2006.

SILVA, D. M. M. et al. Impactos da erosão costeira e estratégias de contenção adotadas no litoral de Maceió, AL. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2023, Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza: SBG, 2023. p. 1-10.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 17, p. 11-23, 2011.

TURNER, I. L.; HARLEY, M. D.; DRUMMOND, C. D. UAVs for coastal surveying. *Coastal Engineering*, v. 114, p. 19-24, 2016.

VOUSDOUKAS, M. I. et al. Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*, v. 10, n. 3, p. 260-263, 2020.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, v. 56, p. 93-118, 1984.