



DINÂMICA EVOLUTIVA DA BARREIRA COSTEIRA ARENOSA DE PONTA DOS MANGUES-PACATUBA/SERGIPE: ENTRE 2015 E 2024

Neise Mare de Souza Alves¹

Lucas Silva Leite²

Débora Barbosa da Silva³

Izabella Santos Carvalho Shammer⁴

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a evolução da ilha barreira que se desenvolveu em Ponta dos Mangues, Pacatuba/Sergipe, com base nos aspectos morfométricos e dados aeroespaciais. A planície costeira do município insere-se no delta do São Francisco e apresenta uma diversidade de modelados resultantes das interações dos agentes atmosféricos, marinhos e fluviais, cujos processos propiciaram a formação de uma barreira costeira arenosa em constante evolução. Como procedimentos, foram realizados: pesquisa bibliográfica, interpretação de imagens de satélite para caracterizar as dimensões da barreira arenosa no período compreendido entre 2015 e 2024 com o auxílio do *Google Earth Pro*® e do software QGIS, e trabalhos de campo. Na atualidade, a feição arenosa, localiza-se entre a Prainha de Ponta dos Mangues e a Praia da Boca da Barra. Ela configura uma ilha-barreira com cerca de 14 km de extensão linear e largura que varia entre 160 m e 650 m, a sua evolução favoreceu a formação de uma laguna denominada de Canal do Poço. Essa variabilidade na largura deve-se à justaposição de setores dominados pela erosão ou deposição. Os processos erosivos atuam principalmente na retaguarda da ilha-barreira, ou seja, no setor interno voltado para a laguna. Eles são influenciados pelo tipo de uso e ocupação – instalação de viveiros de carcinicultura, que interferem na sedimentação, e pela hidrodinâmica dos canais de maré. O processo de sedimentação se relaciona com o crescimento da ilha barreira para sudoeste, segundo a direção preferencial da deriva litorânea. Essa corrente transporta os sedimentos da foz do rio São Francisco, que submetidos ao processo de refração das ondas e às entradas das correntes de maré, são direcionados no sentido do continente, favorecendo a sedimentação com a formação de cordões arenosos semicirculares, encurvados para o canal da laguna onde ocorre a troca de água entre os corpos hídricos. A ilha-barreira segue se deslocando para sudoeste, se verificando o mesmo com o canal. Desse modo, a área a nordeste do campo de dunas da Reserva Biológica de Santa Isabel está sofrendo erosão. A análise comparativa das imagens de satélite revela que os setores da barreira situados a nordeste são mais estreitos e estão sujeitos a rupturas com a abertura de canais de entrada de maré. O setor sudoeste, embora apresente-se progradante, corresponde ao setor migrante. Por sua vez, a porção central evidencia características de maior estabilidade, apresentando campo de deflação eólica e dunas. Em síntese, entende-se que as morfologias e a dinâmica da ilha-barreira são decorrentes da interação da atuação de fatores climáticos, fluviais, marinhos e do aporte sedimentar do rio São Francisco, influenciados pelo tipo de uso e ocupação. Assim, considerando que esta feição é de formação recente e de elevada instabilidade, necessita de monitoramento.

¹ Doutora pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, neisemare@gmail.com;

² Mestre pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, silwa_lukas@hotmail.com;

³ Doutora pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, deborabarbs@gmail.com;

⁴ Graduada pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - UFS, izamace@gmail.com;



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

Palavras-chave: Ilha-barreira, Pontal arenoso, Laguna Canal do Poço, Processos costeiros, Ponta dos Mangues.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país dotado de extenso litoral, onde se conjugam diferentes morfologias e ambientes nas unidades de paisagem da Zona Costeira. A planície costeira é uma dessas unidades, estando composta por feições de idade pleistocênica e holocênica, dentre as quais se encontram os terraços marinhos, dunas, deltas, planícies de maré, ilhas-barreira e pontais arenosos. A área deste estudo, no período de 2015 a 2024, passou por estágios evolutivos configurando inicialmente um pontal arenoso e na atualidade é uma ilha-barreira situada no delta do rio São Francisco, no povoado de Ponta dos Mangues, município de Pacatuba-Sergipe.

Os deltas têm sido objeto de investigação em vários países, por estar situado em uma área de interface continental e marinha. Devido a esta condição, eles consistem em feições complexas resultantes da interação da dinâmica de processos hidrossedimentares da bacia hidrográfica e do ambiente marinho. Os estudos sobre deltas são realizados desde o século XIX, mas foi no século XX que se ampliaram e passaram a ser difundidos, com propostas de classificação pautadas em aspectos morfológicos, sedimentares e/ou nos processos hidrodinâmicos atuantes na bacia receptora (Guimarães, 2010).

Galloway (1975) propôs uma classificação para os deltas, entendendo que a morfologia e estratigrafia dependem da quantidade de sedimentos depositados na bacia receptora e da energia das forçantes atuantes nela, principalmente, as ondas e marés, que irão redistribuir ou remover os sedimentos. O diagrama ternário apresentado pelo autor inclui três categorias: deltas dominados por processos fluviais, deltas dominados por ondas e deltas dominados por marés. Essa classificação é uma das mais difundidas e aplicadas, embora não proponha quantificação das taxas de entrada de sedimentos.

No decorrer do tempo, outros pesquisadores incluíram outros fatores que complementam a proposta do autor supracitado, a exemplo de – Orton & Reading (1993) que consideram a quantidade da carga de sedimentos, o tipo de transporte e o tamanho das partículas, como condicionantes importantes para a definição da morfologia do delta. Além desses autores, Jiménez *et al.* (1997) constataram que as alterações no delta do rio Elbro, evidenciadas na costa, devido a alternância de áreas com erosão e outras com acresção, estão relacionadas ao baixo aporte de sedimentos fluviais, submetidos às variações sazonais das



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

ondas oceânicas e às oscilações do nível médio marinho decorrentes de marés meteorológicas e variações de longo prazo do nível médio relativo do mar. Esses autores aplicaram a classificação ternária de Galloway (1975) com adaptações, e apontam a dificuldade de incluir a variação do nível relativo do mar tendo em vista que é considerada um agente “passivo”, diante de outras forças que têm ação mais perceptível, como as ondas.

Os deltas dos principais rios brasileiros da costa leste – São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul – estão enquadrados na categoria dos deltas dominados por ondas. Os estudos desenvolvidos por pesquisadores relacionam os efeitos das transgressões e regressões marinhas quaternárias com os processos de formação das planícies de cristas praiais associadas às desembocaduras destes rios, mas destacam a influência do transporte de sedimentos arenosos pela deriva litorânea na construção desses deltas (Dominguez *et al.*, 1983, 1987; Dominguez, 1990, 1996; Suguio, 1985).

Nos rios referidos acima, o fluxo funciona como um molhe hidráulico na costa, que ao interagir com as ondas geram correntes que influenciam na deriva litorânea de sedimentos. Assim, a dinâmica do processo de sedimentação na planície deltaica se verifica de modo diferenciado. Os sedimentos marinhos são depositados à barlamar da desembocadura do rio, propiciando maior progradação, e os sedimentos fluviais à sotamar, favorecendo a formação de esporões e pontais arenosos. Na área abrigada por essas feições se desenvolvem planícies de maré, que são colonizadas por mangues. Tais condições são constatadas nas planícies deltaicas dos rios São Francisco, Jequitinhonha e Paraíba do Sul. (Bittencourt *et al.*, 1982; Dominguez, 1990, 1996; Suguio *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1993). A deposição diferenciada de sedimentos explica a assimetria presente nos deltas dominados por ondas devido a atuação da deriva litorânea unidirecional (Bhattacharya; Giosan, 2003).

Dominguez *et al.* (1983) identificaram na planície deltaica do rio São Francisco, esporões e pontais arenosos, dentre outras feições geomórficas. Os primeiros podem ser encontrados em formação na costa atual ou nas flechas arenosas como testemunhos, no interior da planície. Geralmente, estas feições indicam o sentido preferencial da deriva litorânea. Os pontais arenosos podem se desenvolver em uma ou em ambas as margens fluviais e, no setor interno do delta do rio São Francisco, ainda são encontrados testemunhos dessas feições.

Dillenburg & Hesp (2009) abordam sobre os fatores condicionantes – geológicos, oceanográficos e climáticos – que originam as barreiras costeiras arenosas. Os autores tratam das características das planícies costeiras, se referindo às áreas de ocorrência de barreiras costeiras holocénicas no litoral brasileiro, incluindo desde a costa dos estados da região Norte



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

até a região Sul, com destaque para os sistemas de barreiras do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e pontais arenosos do Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte.

Por sua vez, Vasconcelos (2010), analisou a evolução das barreiras arenosas no setor norte da desembocadura do rio Paraíba do Sul, enfatizando a inter-relação dos processos fluviais com as forçantes da hidrodinâmica costeira – ondas e marés. O autor correlaciona o aporte de sedimentos fluviais com as ondas geradoras da corrente de deriva litorânea. Este autor e colaboradores também investigaram a gênese e a morfodinâmica das barreiras arenosas que compõem o mesmo setor da foz deste rio, e constataram que estas feições são comuns nas planícies costeiras de rios cujas desembocaduras correspondem a deltas dominados por ondas, categoria onde se insere o rio São Francisco, entre outros rios brasileiros (Vasconcelos *et al.*, 2016).

Este estudo tem por objetivo analisar a evolução da barreira arenosa presente no povoado de Ponta dos Mangues, que compõe a frente litorânea do município de Pacatuba, no período de 2015 a 2024. No momento, essa feição se afigura como uma ilha-barreira. Ela se encontra no delta do rio São Francisco e apresenta mudanças na morfologia em curto espaço de tempo, em razão da interação entre a hidrodinâmica dos canais de maré e os agentes costeiros, principalmente, ondas, marés e deriva litorânea, sobretudo no período do inverno, com ocorrência de frentes frias.

Considerando a falta de monitoramento e a escassez de estudos sobre a dinâmica evolutiva recente dessa barreira arenosa, foi estabelecido como metodologia para a pesquisa – trabalhos de campo, análise de parâmetros morfométricos da praia, coleta de amostras, interpretação de imagens de satélite e o uso de geoprocessamento para a análise multitemporal. A produção acadêmica que abordou especificamente sobre a área deste estudo data de 2006, por Guimarães & Dominguez (2006), quando os autores constaram a existência de dois pontais arenosos – um ancorado no setor nordeste e outro a sudoeste.

A análise sugere que a evolução da barreira arenosa, agora ilha-barreira holocênica em Ponta dos Mangues, resulta da interação complexa de um conjunto de fatores, que congrega os movimentos eustáticos transgressivos e regressivos do Quaternário, aliados às interações dos processos hidrodinâmicos do rio São Francisco e canais de maré, com os agentes costeiros – ondas, marés e corrente de deriva litorânea –, que condicionam a gênese e a evolução dessa feição, que na atualidade, é influenciada pelas intervenções antropogênicas com a instalação de viveiros para a criação de camarão – carcinicultura.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo segue os princípios sistêmicos, entendendo-se que a dinâmica da paisagem é resultado da interdependência entre os fatores naturais e antropogênico, representado pelo uso e ocupação da terra.

Dentre os procedimentos metodológicos estão a realização de três trabalhos de campo – sendo duas campanhas executadas no inverno de 2024: a primeira em julho, para reconhecimento e observação das características da área, e a segunda em agosto, com caminhamento na praia oceânica da ilha-barreira para coleta de dados morfométricos e de sedimentos na face de praia, e descrição dos subambientes do pós-praia. A terceira campanha se deu em janeiro de 2025, para identificação das mudanças ocorridas nesta feição, em particular na praia e verificação da atuação dos processos costeiros.

Na sequência, foram adquiridas imagens de satélite do *Google Earth Pro*®, e *Sentinel-2* através do serviço de dados *Copernicus* da *European Space Agency* (ESA), estabelecendo-se o intervalo temporal de 10 anos – 2015 a 2024. Então, efetuou-se a interpretação e tratamento das imagens em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), para análise da dinâmica evolutiva da atual ilha-barreira, que em 2005 correspondia a dois pontais arenosos, um situado a nordeste e outro a sudoeste (Guimarães; Dominguez, 2006).

A opção pelo uso do software *Google Earth Pro*® deu-se em razão da acessibilidade, pois o programa incorpora imagens de satélite com diferentes resoluções e temporalidades. Para o presente trabalho, foram selecionadas e analisadas aquelas que contemplassem toda a área de estudo em uma mesma data (Figura 1A), evitando a produção de mosaicos com períodos diferentes (Figura 1B). Por sua vez, as imagens do *Sentinel-2* (L2A) foram escolhidas em virtude de terem sido processadas sem influência da atmosfera, tornando-as mais adequadas para as análises sobre a superfície terrestre. Além disso, elas supriram a lacuna dos períodos em que o *Google Earth Pro*® não apresentou imagens apropriadas.

Foram utilizadas imagens do *Google Earth Pro*® dos anos – 2015, 2017 e 2021 –, e do *Sentinel* no período de – 2016, 2018, 2019, 2020, 2023 e 2024 – com resolução espacial de 10 m. Desse modo, foi possível a análise das feições da área de estudo e a comparação das mudanças ocorridas ao longo da década. As imagens, suas respectivas datas, sensores e morfologias da área de estudo constam no Quadro 1.

A partir da interpretação das imagens de satélite, foram produzidos mosaicos que mostram a evolução do pontal arenoso existente até julho de 2023, quando ocorre a abertura de um canal a nordeste do pontal e se forma a atual ilha-barreira.

Figura 1: A - Imagem *Landsat/Copernicus* de 30/12/2015; B - Mosaico de Imagens *Landsat/Copernicus, Maxar Technologies, CNES/Airbus* entre 2014 e 2016.



Quadro 1 - Dados históricos do período 2015-2024 para análise da evolução da atual ilha-barreira de Ponta dos Mangues – Pacatuba/SE.

Data	Satélite/Sensor	Características da feição /Processo
30/12/2015	<i>Google Earth Pro (Landsat/Copernicus)</i>	Pontal arenoso.
07/12/2016	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	
25/02/2017	<i>Google Earth Pro</i>	
10/10/2018	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	Pontal arenoso se estende para sudoeste.
10/10/2019	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	
24/10/2020	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	
11/03/2021	<i>Google Earth Pro</i>	Pontal arenoso continua se estendendo para sudoeste.
03/03/2023	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	
11/07/2023	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	Abertura de canal no setor nordeste do pontal arenoso – configuração de nova morfologia - ilha-barreira.
29/09/2023	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	Ilha-barreira se estende em direção sudoeste.
17/12/2024	<i>Sentinel-2 (L2A)</i>	Ilha-barreira continua estendendo sentido sudoeste.

Os trabalhos de campo realizados em agosto de 2024 ocorreram no período de maré de sizígia, com preamares variando entre 2,0 m e 2,2 m. Os perfis e pontos amostrais foram iniciados a partir de sudoeste para nordeste, e estabelecidos a cada 500 m em virtude de a extensão da ilha-barreira corresponder a cerca de 14 km. Nesses pontos, registraram-se os parâmetros morfométricos da face de praia – largura e declividade, e coletaram-se as amostras de sedimentos. Para a medição da largura da face de praia utilizou-se uma trena de 50 m, e marcadores que foram fixados na areia a partir da “linha de deixa” até o limite da baixa-mar. Um clinômetro foi usado para mensurar o ângulo de inclinação da face de praia e com o GPS (*Global Position System*) identificaram-se as coordenadas.

Além disso, foram observadas as características do pós-praia e dos processos costeiros, identificada a presença de geoindicadores de erosão e realizadas fotografias. Em janeiro de 2025, realizou-se um novo trabalho de campo para registro das alterações na face praial e pós-praia.



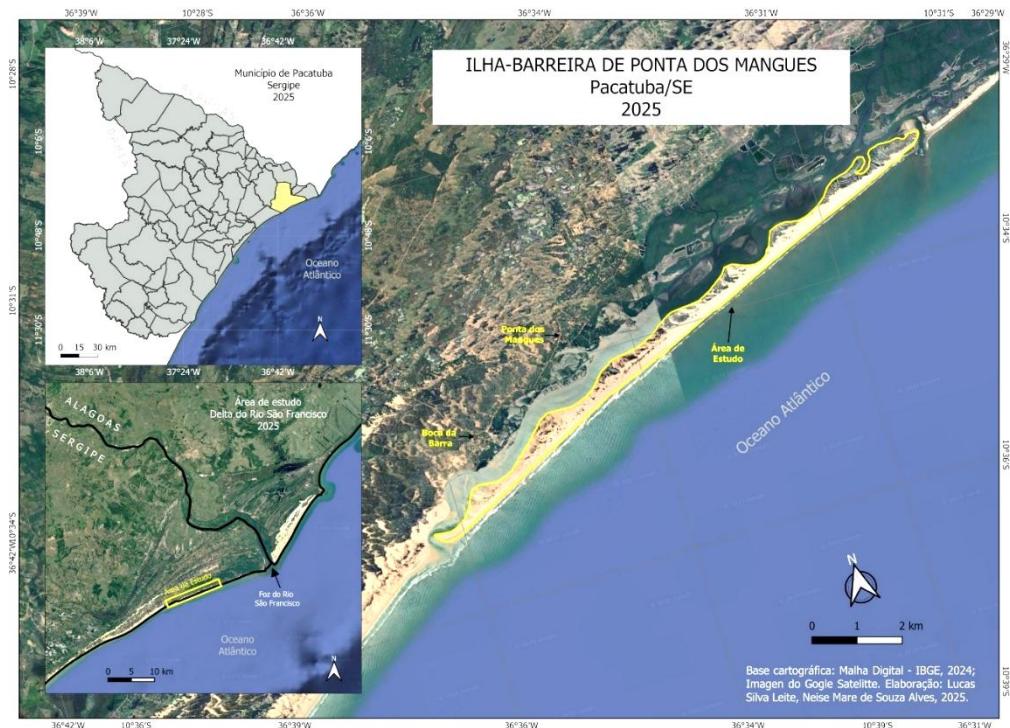
15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

As 14 (catorze) amostras de sedimentos coletadas foram processadas no Laboratório de Estudos Costeiros – LABEC, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe. A análise granulométrica das amostras seguiu o procedimento padrão – dessalinização dos sedimentos, secagem em estufa com temperatura em torno de 100 °C, quarteamento manual, e pesagem de 100 g de sedimentos de cada amostra, que foram levados a um conjunto de peneiras com malhas fracionadas: 2 mm, 1,4 mm, 1 mm, 0,710 mm, 0,500 mm, 0,355 mm, 0,250 mm, 0,180 mm, 0,125 mm, 0,090 mm e 0,063 mm. Os sedimentos foram levados a um agitador eletromagnético por 10 minutos, e as frações granulométricas retidas em cada peneira foram pesadas e ensacadas. As informações sobre o diâmetro das partículas auxiliam na classificação do estágio morfodinâmico da praia oceânica da ilha-barreira.

CONTEXTO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

A ilha-barreira de Ponta dos Mangues-Pacatuba é uma feição vinculada ao delta do rio São Francisco, está situada entre a foz desse rio e o campo de dunas da Reserva Biológica de Santa Isabel. Pacatuba é um município do litoral norte sergipano, que se limita a norte com Neópolis, Brejo Grande e Ilha das Flores, a oeste com Japoatã, ao sul com Pirambu, e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 2).

Figura 2 – Localização da ilha-barreira de Ponta dos Mangues – Pacatuba/SE.





15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente a paisagem do município está composta duas unidades – Tabuleiros Costeiros e Planície Costeira. Esta última se estende linearmente por cerca de 35 km, englobando depósitos sedimentares pleistocênicos e holocênicos distribuídos em um conjunto de morfologias, que inclui o delta do rio São Francisco, praias arenosas, dunas móveis e fixadas pela vegetação, lagoas interdunares, planícies fluviomarinha e fluviolagunar.

A área está subordinada ao clima Megatérmico Subúmido, caracterizado por temperaturas médias anuais em torno de 25,7°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.199,8 mm, com chuvas concentradas entre março e agosto. O déficit hídrico se inicia em novembro e se estende pelos meses do verão, período em que as temperaturas são mais elevadas (Alves, 2010). A sazonalidade climática ao longo do ano influencia na intensidade da atuação dos processos morfodinâmicos costeiros, principalmente sobre as ondas e ventos.

Pacatuba é um dos municípios da bacia do rio São Francisco. Segundo Medeiros et al. (2007) o conjunto de barragens instaladas ao longo do curso alterou o volume das vazões e a dinâmica fluvial, em decorrência do represamento da água e retenção dos sedimentos. No estudo realizado entre 11/2000 e 03/2002, período pós-barragens, eles constataram uma redução de 44% na vazão média anual do rio quando comparada aos valores do período pré-barragens –1938 a 1973.

Além disso, os autores supracitados comprovaram que o volume dos sedimentos em suspensão foi reduzido em 94% em relação a 1970, e que os picos de vazão registrados entre 8000 m³/s e 15000 m³/s, nos meses de janeiro a março na década de 1950, estão inferiores a 3000 m³/s. Essas condições atuais alteraram a dinâmica do sistema hidrográfico, gerando como consequências: pontos de erosão costeira severa – como a que destruiu o povoado Cabeço, em Brejo Grande –, redução na magnitude do fluxo do rio São Francisco, proporcionando a atuação das correntes de maré com maior intensidade no estuário, que alteram a salinidade da água, inclusive das lagoas da planície de inundação, entre outras.

A zona costeira está sujeita às interações que se verificam entre os processos hidrodinâmicos fluviais e oceanográficos. O litoral exposto é condicionado pelo regime de mesomarés semidiurnas – dois períodos de preamar e de baixamar. As marés oceânicas de sizígia costumam variar entre 2,0 m e 2,3 m. O clima de ondas predominante é dos quadrantes leste e leste-nordeste, em período de tempo bom, com ondas geralmente de até 1 m. No inverno, com a ocorrência de sistemas frontais no litoral, há alteração na direção das ondas para leste-sudeste, gerando ondas que costumam ser mais altas, acima de 1,2 m ou mais, nos



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

eventos meteorológicos intensos. A deriva litorânea tem sentido preferencial de nordeste para sudoeste.

A ilha-barreira de Ponta dos Mangues se desenvolveu paralelamente à costa. Essa feição é característica dos deltas dominados por ondas, tendo em vista que o fluxo do rio funciona como um molhe hidráulico e na interação com as ondas que se propagam obliquamente, a deriva litorânea gerada transporta os sedimentos em direção ao continente (Vasconcelos et al., 2016; Guimarães; Dominguez, 2006).

A ilha-barreira em análise possui extensão linear em torno de 14 km e largura variando entre 160 m e 700 m, aproximadamente. Na sua retaguarda há uma laguna, identificada localmente como Canal do Poço, que é vinculada ao rio Parapuca, além de uma planície de maré coberta por vegetação de mangue, entrecortada por canais que a compartmentam em inúmeras ilhas que compõem o sistema estuarino-lagunar do rio São Francisco. Verifica-se, um processo de sedimentação no interior da laguna pelo crescimento de esporões e formação de bancos arenosos, que têm sido usados para a instalar viveiros de carcinicultura.

Por outro lado, na praia oceânica da ilha-barreira são observados processos morfodinâmicos intensos por ação das ondas e feições erosivas – cúspides, correntes de retorno, erosão e sobrelavagem de terraços marinhos.

A área onde se encontra a ilha-barreira atual possuía, em 2005, um pontal arenoso com dois segmentos – um a nordeste e outro a sudoeste (Guimarães; Dominguez, 2006). Estes autores relacionaram sua evolução com a interação entre a refração de ondas e a deriva litorânea da região do delta do rio São Francisco. A porção a nordeste do pontal, influenciada pelo sentido preferencial da deriva litorânea, crescia sentido nordeste-sudoeste, enquanto a erosão atuava na porção sudoeste devido a inversão da deriva litorânea neste local.

Os autores supracitados, baseados em Kidson (1963), concluíram que a evolução do pontal arenoso de Ponta dos Mangues com crescimento em sentidos opostos e em direção à uma única desembocadura, deve-se “a extensão unidirecional seguida de rompimento”, tendo em vista que na área a deriva litorânea é unidirecional durante o ano todo. O rompimento é cíclico e seria causado pela dinâmica mais eficiente dos canais de maré (Guimarães; Dominguez, 2006, p. 182).

O pontal arenoso se manteve até julho de 2023, dezoito anos após o estudo realizado pelos autores referidos acima. Uma nova abertura no setor nordeste, originou a atual ilha-barreira. Para o período analisado – 2015-2024, a Figura 3 mostra o pontal em 2016, com extensão para sudoeste de 13,6 km, provocando erosão no campo de dunas da Reserva



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Biológica de Santa Isabel (Rebio de Santa Isabel). A Figura 4 apresenta a configuração da atual morfologia registrada na imagem de satélite de 07/2023, que se mantém até o momento.

Figura 3 – Aspecto do pontal arenoso de Ponta dos Mangues em 07/12/2016 – Pacatuba/SE.



Fonte: Sentinel -2 (L2A), composição true color RGB (4, 3, 2).

Figura 4 – Aspecto do pontal arenoso de Ponta dos Mangues em 11/07/2023 – Pacatuba/SE.



Fonte: Sentinel -2 (L2A), composição true color RGB (4, 3, 2).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

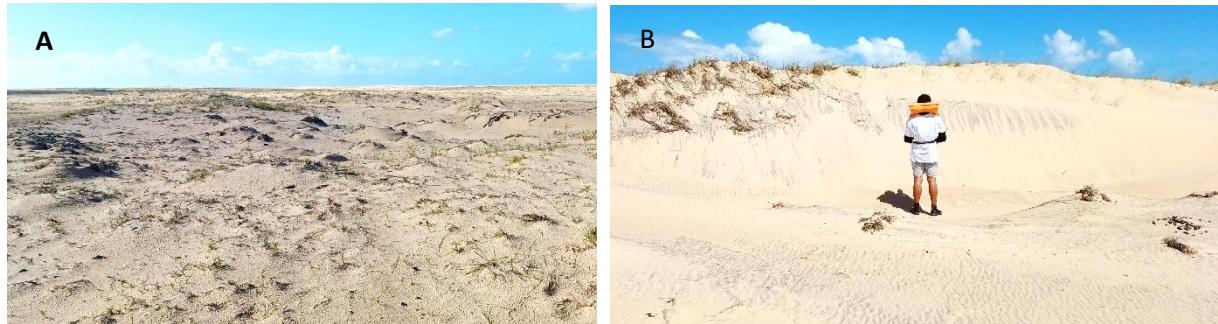
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada com base na interpretação das imagens de satélite, publicações científicas e trabalhos de campo permitiram compreender a complexa dinâmica atuante na região do delta do rio São Francisco onde se encontra a ilha-barreira de Ponta dos Mangues.

A ilha-barreira referida é uma feição que reflete a dinâmica de um sistema de barreiras arenosas comum aos deltas dominados por ondas, sendo resultante de processos de erosão e acreção condicionados por fatores naturais – refração de ondas, deriva litorânea e transporte eólico de sedimentos, entre outros. Nos dias atuais, essa morfologia recém-formada e os processos são influenciados fortemente pelo uso, com a instalação de viveiros para a criação de camarão – carcinicultura. Essa atividade tem repercussão sobre os processos sedimentares na retaguarda da ilha-barreira, na laguna e nos canais de maré da planície fluviomarinha.

A ilha-barreira é formada por cordões litorâneos justapostos e alinhados, constituídos por sedimentos arenosos transportados pela corrente de deriva litorânea preferencial de sentido nordeste-sudoeste. Estes cordões apresentam na superfície um lençol com pequenos montículos resultantes do retrabalhamento eólico dos sedimentos, com cobertura rarefeita de gramíneas. Na parte mais interna, no sentido da laguna, ocorrem em alguns trechos dunas ativas com cerca de 2,5 m de altura (Figuras 5 A e B).

Figura 5 – A: Montículos característicos da superfície do lençol de areia sobre a superfície da ilha-barreira; B: Dunas no setor mais interno da ilha-barreira, no sentido da praia oceânica para a laguna.



Fotógrafa: Neise Alves, 2024.

Na desembocadura da laguna, os cordões litorâneos apresentam a extremidade encurvada para o seu interior, exibindo forma arqueada semelhante a um “gancho”, conforme evidenciado na Figura 6, de 02/2017, quando ainda se desenvolvia o pontal arenoso. Nas depressões intercordões, a água retida em consequência do processo de sedimentação interno na laguna, conserva a água das precipitações do período chuvoso formando lagoas. No período seco, a água das lagoas temporárias se evapora, desenvolvendo-se no seu interior uma



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

espécie de gramínea (Figura 7). Esses processos contribuem para reduzir a erosão, favorecendo a continuidade da extensão da ilha-barreira para sudoeste, por meio da semi-fixação dos sedimentos, contribuindo para o deslocamento da desembocadura do canal da laguna no mesmo sentido, e para a erosão das dunas da Rebio de Santa Isabel.

Figura 6 – Recorte de imagem representativa de evidentes os cordões litorâneos encurvados para o interior da laguna, com lagoas nas depressões intercordões da superfície do modelado.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro, 02/2017.

Figura 7 – Lagoa intermitente na depressão intercordões da superfície da ilha-barreira ocupada por gramínea.



Fotógrafa: Neise Alves, 2024.

Na margem externa da ilha-barreira, a praia oceânica é exposta a remoção de sedimentos por ação das ondas mergulhantes principalmente durante o inverno, que corresponde ao período chuvoso na região, sob o controle dos sistemas frontais atuantes no



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

litoral do Nordeste. Nessa estação, observam-se a erosão e a sobrelavagem dos terraços marinhos consequentes da propagação de ondas com maior energia, oriundas do quadrante leste-sudeste. A instalação de viveiros para a carcinicultura tornam mais instável a ilha-barreira, e quando somada à hidrodinâmica mais intensa dos canais de maré, cria condições favoráveis para a abertura de novos canais (Figuras 8 A e B, 9).

Figura 8 – A: Feição de escarpa erosiva e sobrelavagem de terraços marinhos por ondas de tempestade; B: Viveiros de carcinicultura na retaguarda da ilha-barreira.



Fotógrafa: Neise Alves (2024).

Figura 9 – Local de abertura de canal no setor nordeste do pONTAL arenoso de Ponta dos Mangues, passando a configurar a nova morfologia – a ilha-barreira, em 07/2023.



Fotógrafa: Neise Alves, 2025.

Os parâmetros morfométricos e amostras de sedimentos foram coletados no inverno, em agosto de 2024. A aferição da declividade da face praial indicou a dominância de 4°, com apenas um registro no valor de 5° no ponto 9, situado a cerca de 5 km de distância da desembocadura da laguna, próximo ao setor onde ocorria a sobrelavagem e a erosão mais acentuada do terraço marinho. Contudo, no trabalho de campo realizado em janeiro de 2025



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

as características da praia da ilha-barreira não se alteraram significativamente, no que tange a declividade e largura do estirâncio.

A classificação do MMA (2007), utilizada, define as seguintes categorias para o grau de inclinação da praia: alta – valor maior que 30° , moderada – entre 30° e 5° , e pequena ou plana – inferior a 5° . A largura média da face de praia foi de 33 m, sendo largura mínima – 21 m e a máxima – 47 m, com estreita área de espraiamento. Desse modo, a praia apresenta trechos nas classes – baixa e moderada declividade.

Sobre a análise granulométrica, das 14 (catorze) amostras coletadas em nenhuma delas foi encontrada areia muito grossa, em 4 (quatro) houve predominância da fração areia média sobre areia fina e muito fina – pontos 3 a 6. As amostras dos pontos 1 e 2, próximos a embocadura da laguna e de 7 (sete) a 14 (catorze), distribuídos do centro da barreira até a abertura do canal noroeste, apresentaram domínio da fração areia fina.

Certamente, a constatação da dominância de partículas finas se relaciona com as características dos sedimentos fluviais da foz do rio São Francisco em interação com a atuação das forças hidrodinâmicas do oceano. Dominguez (1996), destaca que nos deltas dominados por ondas há uma assimetria na distribuição de fácies sedimentares, em razão do molhe hidráulico criado pelo fluxo do rio. Assim, os sedimentos finos encontrados em nove pontos da margem oceânica da ilha-barreira podem ter sua fonte atrelada às barras arenosas que se formam em frente a foz do rio São Francisco.

Na avaliação do estado morfodinâmico da praia, adotou-se a classificação para praias arenosas apresentada por Muehe (1995, p. 294), que inclui seis estados – o dissipativo e o refletivo, e quatro estados intermediários. A praia dissipativa apresenta geralmente pequena declividade, areia fina e larga zona de espraiamento, enquanto a praia refletiva se caracteriza por elevado gradiente, areia grossa, pequena área de espraiamento. Os quatro estágios intermediários são identificados pela presença de: banco e calha longitudinal; banco e praia rítmicos ou de cúspide; bancos transversais e, terraços de baixa-mar, que refletem as “variações nas características hidrodinâmicas”.

Com base nesses aspectos, o estado morfodinâmico da praia foi identificado como intermediário/dissipativa, pois no período das campanhas de campo, ela apresentava uma mescla das características de praias dissipativa e refletiva: zona de espraiamento estreita, cúspides, correntes de retorno e ondas do tipo mergulhantes que arrebentam, liberando energia rapidamente na face praial. Entretanto, a fração areia fina predominou nas amostras.

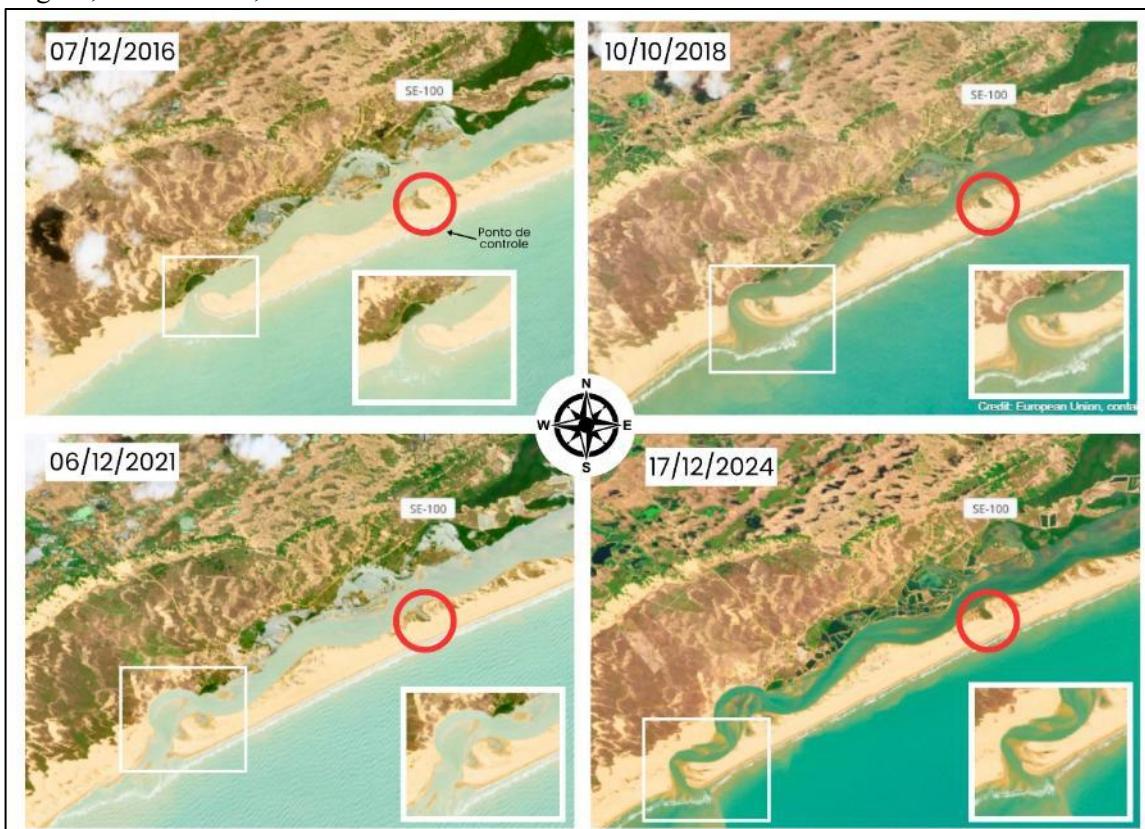
O processo de evolução do pontal arenoso para a ilha-barreira está representado no mosaico de imagens (Figura 10), e permite compreender como a interação da hidrodinâmica



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

dos canais de maré aliada a ocupação dos esporões arenosos, dirigidos para o interior da laguna, por viveiros de camarão influenciam na ruptura do pontal e abertura do canal. Na Figura 10, as imagens 2016, 2018 e 2021 representam o crescimento do pontal arenoso para sudoeste. Em julho de 2023 ocorreu a abertura de um canal a nordeste do pontal, formando a ilha-barreira. O Quadro 2 contém os parâmetros morfométricos dessa evolução, relacionando a feição do modelado com suas dimensões – largura e comprimento.

Figura 10: Evolução do pontal arenoso para ilha-barreira – com deslocamento da desembocadura do canal de maré da laguna para sudoeste e erosão das dunas da Rebio de Santa Isabel. Ponta dos Mangues, Pacatuba/SE, 2016 a 2024.



Fonte: Sentinel -2 (L2A), composição true color RGB (4, 3, 2).

Quadro 2 – Características morfométricas das feições associadas ao sistema de barreiras na região de Ponta dos Mangues – evolução do pontal arenoso para ilha-barreira. Ponta dos Mangues – Pacatuba/SE, entre 2015 e 2024.

Data	Feição	Comprimento	Área	Setor mais largo	Setor mais estreito
30/12/2015	Pontal arenoso	16,2 km	-	726 m	218 m
25/02/2017		16,4 km	-	665 m	153 m
10/10/2019		17,8 km	-	785 m	121 m
11/03/2021		19 km	-	682 m	100 m
11/07/2023	Ilha-barreira	13,6 km	5,73 km ²	642 m	160 m
17/12/2024		13,7 km	6,44 km ²	691 m	167 m

Organização: Lucas Leite, 2025.

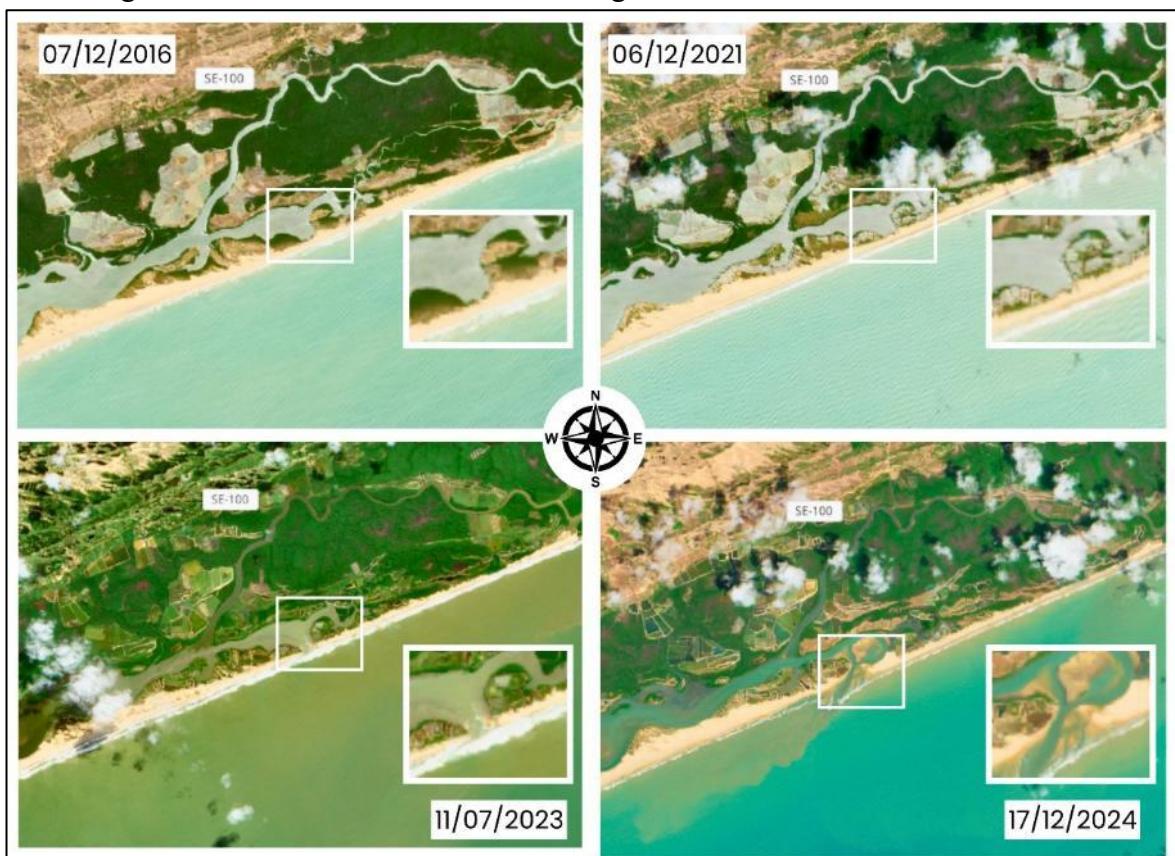


15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

A análise dos dados apresentados no Quadro 2 para o período, comprovam que as mudanças mais significativas são relativas à largura do setor mais estreito do pontal arenoso – que sofreu redução de 118 m, e ao comprimento, que em 6 anos cresceu 2,8 km. A ilha-barreira formada em 07/2023 mostra certa estabilidade no comprimento, mas parece estar progradando e/ou as atividades da carcinicultura estão contribuindo para a deposição de sedimentos arenosos, que são transportados no interior do canal da laguna.

A abertura de um canal no setor nordeste do antigo pontal arenoso existente na área de estudo até 07/2023, originou a ilha-barreira e está representado na Figura 11.

Figura 11 – Detalhe do ponto onde ocorreu a abertura do canal de maré no pontal arenoso, dando origem à ilha-barreira em Ponta dos Mangues, Pacatuba/SE.



Fonte: Sentinel -2 (L2A), composição true color RGB (4, 3, 2).

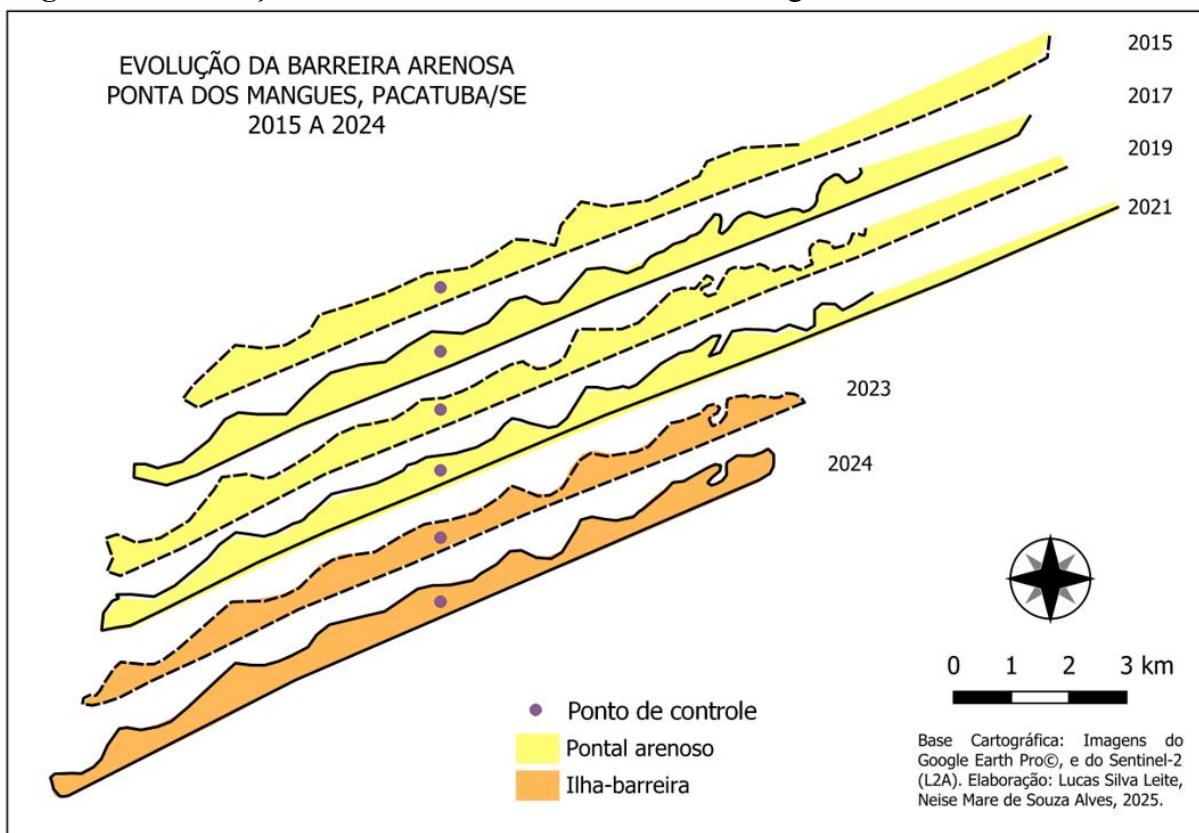
Em 2015 o pontal arenoso estava ancorado na Ilha do Arambipe e ao longo do tempo foi se estendendo em direção sudoeste, por influência do molhe hidráulico em interação com as ondas, e da deriva litorânea oriunda de nordeste. De 2016 a 2019, se manteve a acreção do pontal arenoso em direção sudoeste, com esporões arqueados se estendendo para o interior da laguna, estreitando a abertura do canal na desembocadura e provocando erosão na área continental, próximo à localidade de Boca da Barra. Em 2020 e 2021, foram mantidas as



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

características do processo evolutivo na área, observando-se a intensificação da erosão no campo de dunas da Reserva Biológica de Santa Isabel, próximo a Boca da Barra. Em 2023 ocorreu o rompimento do antigo pontal arenoso no setor a nordeste, com a abertura de um canal. A partir desse momento, configura-se uma ilha-barreira (Figura 12).

Figura 12 – Evolução da barreira arenosa de Ponta dos Mangues, Pacatuba/SE.



Na atualidade, a acreção da ilha-barreira segue lentamente em direção sudoeste, e os esporões permanecem crescendo para o interior da laguna, provocando a intensificação da erosão na área no campo de dunas da Reserva Biológica de Santa Isabel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permitiu reconhecer a área deste estudo como um sistema deposicional complexo, comum às planícies dos deltas dominados por ondas, onde são formadas feições morfológicas, que cicличamente podem passar por diferentes estágios, configurando: pontais arenosos – quando unidos ao continente –, que podem evoluir para ilhas-barreiras – se sofrerem abertura por intensificação da hidrodinâmica dos canais de maré ou por influência das intervenções antropogênicas. Da mesma forma, uma ilha-barreira pode



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE **GEOMORFOLOGIA**

evoluir para uma barreira arenosa se estiver conectada em dois pontos do continente, isolando completamente parte da água do oceano formando uma lagoa.

O processo evolutivo da ilha-barreira de Ponta dos Mangues tem relação com a existência de um pontal arenoso na área até 07/2023. Portanto, ela está sujeita a apresentar alterações na sua morfologia, pois sofre influência: dos processos costeiros, do nível relativo do mar, da quantidade de sedimentos adicionados no oceano pelo rio São Francisco – que são distribuídos pelas correntes longitudinais –, da sazonalidade climática e condições meteorológicas, e das atividades antropogênicas. As atividades humanas provocam desequilíbrio no balanço sedimentar e favorece a erosão costeira.

O estudo realizado com base na interpretação multitemporal das imagens de satélite, trabalhos de campo e análise granulométrica de sedimentos permitiu compreender a dinâmica das interações entre os processos hidrodinâmicos fluviais e costeiros, e sobre o transporte de sedimentos na frente litorânea da planície deltaica do rio São Francisco, no território sergipano. Assim, fornece subsídios para o gerenciamento costeiro, planos de monitoramento da área, e controle do uso e ocupação desse ambiente sensível e que está sujeito a mudanças em curto espaço de tempo, considerando o dinamismo natural que envolve essa região. Desse modo, esse trabalho contribui para futuros estudos na área e/ou de ambientes costeiros similares, e para a tomada de decisão por gestores públicos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo é resultado de projeto de pesquisa financiado pela Coordenação de Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe – COPES/UFS.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. M. S. **Análise geoambiental e socioeconômica dos municípios costeiros do litoral norte do estado de Sergipe** – diagnóstico como subsídio ao ordenamento e gestão do território. 2010. Tese de doutorado (Doutorado em Geografia) – NPGEQ, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

BHATTACHARYA, J.P.; GIOSAN, L. Wave-influenced deltas: geomorphological implications for facies reconstruction. **Sedimentology** 50: 187-210. 2003. Disponível em: http://www.qsc.uh.edu/publications/papers/Bhatt_Giosan_2003.pdf Acesso em: 30/03/2025

BITTENCOURT, Abílio Carlos da Silva Pinto; DOMINGUEZ, José Maria Landim; MARTIN, Louis; FERREIRA, Yeda de Andrade. **Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SE/AL) durante o quaternário: influência das variações do**



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

nível do mar -// 1982. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/32989675>. Acesso em: 30/03/2025

COSTA, A. P. F. da; ROCHA, T. B. da; FERNANDEZ, G. B. Dinâmica dos pontais arenosos no flanco norte do delta do rio Paraíba do Sul (RJ) entre 1984 e 2017, **Revista Brasileira de Geomorfologia** (*online*) v. 21, n. 4, P. 893-909, 2020. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1643>. Acesso em: 02/04/2025

COSTA, A. P. F. da; ROCHA, T. B. da; OLIVEIRA FILHO, S. R. (2023). Dinâmica da abertura de canais de maré no flanco norte do delta do rio Paraíba do Sul - RJ utilizando imagens orbitais PlanetScope. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24 n. 1, P. 1-19, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i1.218> Acesso em: 02/04/2025

DILLENBURG, S.; HESP, P. **Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers**. Heidelberg: Springer Verlag, v. 107, 2009, 380p.

DOMINGUEZ, J. M. L. **The São Francisco strandplain: a paradigm for wave-dominated deltas**. Geological Society Special Publication 117: 217-231. 1996.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L., 1983. O Papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES), e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências** 13 (2): 98–105.

DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P., 1987. Sea-level history and Quaternary evolution of river mouth-associated beach-ridge plains along the east-southeast Brazilian coast: a summary. In: Numedal, D.; Pilkey, O.H.; Howard, J.D. (eds.), **Sea-level fluctuation and coastal evolution**, SEPM Special Publication 41: 115–127. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279341023> Acesso em: 30/04/2025

DOMINGUEZ, José M. L. The São Francisco strandplain: A paradigm for wave-dominated deltas? **Geological Society London Special Publications** 117(1):217-231, October 1996. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/249549917>. Acesso em: 31/03/2025

DOMINGUEZ, José M. L., BITTENCOURT, Abilio C. S. P. , MARTIN, Louis. **Sea-level history and Quaternary evolution of river mouth-associated beach-ridge plains along the east-southeast Brazilian coast: a summary**, January 1987. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279341023>. Acesso em: 30/03/2025

FERNANDEZ G. B.; ROCHA T. B. Barreiras costeiras holocênicas: geomorfologia e arquitetura deposicional no litoral do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia** V. 16, Nº 2, P. 301-319. 2015. Disponível em: Acesso em: 25/04/2025

GALLOWAY, W. E. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositinal system. Ed. Deltas, **Houston Geol. Society**, p. 87-98, 1975. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/287828682> Acesso em: 23/04/2025

GUIMARÃES, J. K.; DOMINGUEZ, J. M. L. A influência da refração de ondas e da deriva litorânea na dinâmica do pontal arenoso de Ponto dos Mangues. In: SILVA, M. G.;



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

FRANCA-ROCHA, W. J. (Orgs.). **Coletânea de trabalhos completos.** Salvador: SBG, 2008.
p. 178-182.

JIMÉNEZ, J.A. *et al.*, Processes reshaping the Ebro Delta. **Marine Geology** 144: 59–79.
1997 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223254298> Acesso em:
25/04/2025

MEDEIROS, P.R.P.; KNOPPERS, B.A.; DOS SANTOS JUNIOR, R.C.; de SOUZA, W.F.L.,
2007. Aporte fluvial e dispersão de matéria particulada em suspensão na zona costeira do rio
São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis** 21 (2): 212-231.

ORTON, G.J.; READING, H.G., 1993. Variability of deltaic processes in terms of sediment
supply, with particular emphasis on grain size. **Sedimentology** 40: 475–512. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-3091.1993.tb01347.x> Acesso em:
30/04/2025

VASCONCELOS et al., (2016). Gênese e morfodinâmica das barreiras arenosas no flanco
norte do delta do rio Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, V. 17, Nº. 3,
P. 481-495, 2016.

VASCONCELOS, S. C. de *et al.* Gênese e morfodinâmica das barreiras arenosas no flanco
norte do delta do rio Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, V. 17, Nº. 3,
P. 481-495, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v17i3.845> Acesso em:
26/04/2025

VASCONCELOS, S. C. de. **Evolução Morfológica das Barreiras Arenosas ao Norte da
Desembocadura do Rio Paraíba do Sul, RJ.** Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da UFF. Universidade Federal
Fluminense, Niterói, 2010.

VASCONCELOS, S. C. **Evolução morfológica das barreiras arenosas ao norte da
desembocadura do rio Paraíba do Sul, RJ.** 2010. Dissertação (Mestrado em Geologia e
Geofísica Marinha). Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ),
2010.

VASCONCELOS, S.C. ; ABUCHACRA, R.C. ; ROCHA, T.B. ; FERNANDEZ, G.B.
Análise comparativa dos padrões morfoestratigráficos em deltas assimétricos, exemplo do
delta do rio Paraíba do Sul (RJ). **Anais SINAGEO**, 2016. Disponível em:
<https://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/7/7-606-1739.html>. Acesso em: 29/04/2025