



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Evolução morfodinâmica da foz do rio Jacarecica, litoral norte de Maceió – AL

José Gomes dos Santos Leal Neto¹, Pedro Henrique Gomes da Silva², Yasmin Maria de Aguiar Omena⁵; João Pedro Luiz Santos da Silva⁶; Mikael Eduardo Silva Ferreira⁴. Bruno Ferreira³,

1 Prof. Geografia, Mestrando do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDema), Campus A. C. Simões, Maceió (AL), Brasil, jose.leal@igdema.ufal.br (<https://orcid.org/0009-0001-1165-948X>); 2 Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDema), Campus A. C. Simões, Maceió (AL), Brasil, brunge2005@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-1237-1805>); 3 Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDema), Campus A. C. Simões, Maceió (AL), Brasil, pedro.gomes@igdema.ufal.br (<https://orcid.org/0009-0000-0796-365X>); 4 Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDema), Campus A. C. Simões, Maceió (AL), Brasil, mikael.ferreira@igdema.ufal.br (<https://orcid.org/0009-0003-1280-8744>); 5 Graduando em Geografia, licenciatura, pelo Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA/UFAL), na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Brasil. 6 Mestrando em Geografia, pelo Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA/UFAL), na Universidade Federal de Alagoas

Artigo recebido em 18/02/2025 e aceito em 19/05/2025

RESUMO

Os ambientes costeiros se configuram como alguns dos espaços mais dinâmicos do Globo pela interação entre fatores oceânicos, climáticos e continentais que lhes garantem alta variedade de interações e morfologias. Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a evolução temporal e morfológica da foz do rio Jacarecica, localizada na porção norte da área urbana de Maceió, evidenciando as transformações ocorridas ao longo do tempo e os processos responsáveis por tais modificações. Para tal, foi empregado o uso de uma metodologia versátil e de baixo custo incorporando imagens disponibilizadas gratuitamente, tratadas e georreferenciadas em ambiente SIG junto à vetorização das feições de interesse através do limite da linha de sedimentos secos e molhados. Verificou-se que a desembocadura se encontra localizada em um dos eixos de expansão urbana da Cidade, verificando-se que a morfodinâmica da desembocadura compreende um modelo evolutivo baseado em migração do canal e quebra do pontal arenoso com alto grau de mobilidade em relação a sua posição. Verificou-se que a metodologia empregada conseguiu registrar o processo de evolução da desembocadura do rio Jacarecica, destacando-se sua versatilidade e seu baixo custo para a realização de pesquisa e registro de eventos morfodinâmicos que se desenvolvem em curto espaço de tempo.

Palavras-chave: Geomorfologia Costeira, Geografia Física, Meio Ambiente, Litoral.

Morphodynamic evolution of the mouth of the Jacarecica river, north coast of Maceió – AL

ABSTRACT

Coastal environments are dynamic spaces due to the interaction between oceanic, climatic, and continental factors, which ensure a high variety of interactions and landscape. The objective was to present the temporal and morphological evolution that occurs at the mouth of the Jacarecica River, northern Maceió. To achieve this, low-cost methodology was employed, incorporating freely available images, processed and georeferenced in a GIS environment, vectorization of features of interest through the delineation of the line between dry and wet sediments coast. The river mouth is in the urban expansion of the city, and the morphodynamics of the mouth comprise an evolutionary model based on channel migration and break of the sandy spit a high degree of mobility relative to its position. The methodology employed recorded the evolution process of the Jacarecica River mouth, highlighting its and low cost for conducting research and recording morphodynamic events that develop over a short period of time.

Keywords: Coastal Geomorphology, Physical Geography, Environment, Coastline.

Introdução

As zonas costeiras constituem áreas de transição entre o continente, o oceano e a atmosfera, abrangendo o encontro das terras, águas e ar. Suas morfologias são influenciadas por processos físico-químicos derivados da ação dos ventos, marés e rios, dando origem a cenários de ganho e perda de sedimentos, o que as caracteriza como um sistema demasiadamente dinâmico (Souza et al., 2005; Oliveira et al., 2024). Além da dinâmica natural, devem ser inseridos na busca pela compreensão desses ambientes, uma análise das ações antrópicas, uso e ocupação das terras, as quais influenciam atenuando ou acelerando a dinâmica costeira (Pagán et al., 2020; Fernandez-Hernandez et al., 2023; Portz et al., 2024).

Assim, a zona costeira constitui um ambiente naturalmente dinâmico, composto por elementos bióticos e abióticos, que se associam à sobreposição de processos continentais, atmosféricos e marinhos, e influenciados pela interação dos diversos agentes modeladores, que atuam principalmente na disposição dos sedimentos. É um ambiente ainda parcialmente conhecido e discutido pelo ser humano, onde, além da riqueza ambiental, a importância socioeconômica que as praias arenosas apresentam tem motivado para um melhor conhecimento e conservação destes ambientes (Souza et al., 2005; Ferreira et al., 2019; Pagán et al., 2020; Fernandez-Hernandez et al., 2023; Portz et al., 2024).

Os ambientes costeiros, além de muito dinâmicos, também são compostos por expressiva geodiversidade e biodiversidade, as quais acabam desenvolvendo papéis, em diferentes contextos, resultando em diversificados arranjos paisagísticos. Como resultado surge um mosaico ambiental em constante transformação, onde as morfologias são efêmeras, temporal e espacialmente na paisagem. Desse modo, faz-se necessário os estudos que buscam compreender como os elementos naturais abióticos e sua distribuição contribuem para o entendimento do desenvolvimento e funcionamento dessas paisagens. Essa abordagem busca entender a organização espacial e dinâmica dos sistemas naturais, analisando como a distribuição dos elementos inorgânicos influencia a formação e manutenção de sistemas naturais complexos e sua interação com as sociedades humanas.

Dentre os elementos que compõem os ambientes costeiros e caracterizam sua geodiversidade, destacam-se as lagunas, os estuários, as planícies de maré, as restingas, as

dunas, as praias arenosas, as falésias e os arrecifes. Esses conjuntos distribuem-se ao longo do litoral, servindo de suporte à biodiversidade e ao desenvolvimento dos ecossistemas (Ab'Sáber, 2000). Daí a importância de compreender seu funcionamento, os processos e dinâmicas que os moldam, bem como a efemeridade das morfologias que os constituem.

Nas últimas duas décadas, os estudos sobre geodiversidade no Brasil apresentaram avanços significativos, refletindo-se na crescente valorização do tema pelas instituições de pesquisa. A geodiversidade consolidou-se no cenário científico nacional, fato evidenciado pelo aumento contínuo da produção acadêmica apresentada nos principais eventos acadêmicos das áreas de Geografia e Geologia (Ferreira et al., 2019; Barbosa & Aquino, 2020; Silva et al., 2022; Pereira & Farias, 2022).

O Brasil ocupa a posição de quinto maior país do Mundo, em termos de extensão territorial, tendo 17 dos seus 26 estados banhados pelo Oceano Atlântico, com uma extensa zona costeira de distribuição latitudinal, com cerca de 8.500 km de extensão. Nesse conjunto, destaca-se a região Nordeste, com uma zona costeira composta por territórios de seus 9 estados e uma diversidade de paisagens bastante expressiva (Diniz & Oliveira, 2016).

No conjunto do Nordeste Brasileiro, o Estado de Alagoas possui uma zona costeira composta por 22 municípios em cerca de 228 km de extensão, compostos por cordões litorâneos, dunas, falésias e recifes de arenito. Sua capital, Maceió, localizada na porção central-norte, constitui a área de interesse do presente estudo, dada a sua diversidade morfológica e ambientes possíveis de análise de seus processos costeiros.

Sendo os ambientes costeiros também influenciados pelas atividades antrópicas, faz-se necessário compreender que a urbanização e o crescimento populacional são fatores que interferem e alteram o meio, pois geram uma demanda significativa por habitações e espaços de produção econômica e cultural, o que impacta o ambiente, sendo por remoção da cobertura vegetal, barramentos de corpos hídricos, assoreamento, dentre outros danos (Souza et al., 2005; Santos Júnior et al., 2020; Pagán et al., 2020; Fernandez-Hernandez et al., 2023; Portz et al., 2024).

Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), no ano de 2010 a costa brasileira era ocupada por 25% da

população, o que correspondia a 50 milhões de pessoas na época. Em 2022, este número cresceu para cerca de 54,8% da população, o que representa aproximadamente 111,28 milhões de pessoas (IBGE, 2022). A partir da exploração desses locais, há a promoção da infraestrutura e valorização social e econômica das terras, o que resulta em sua ocupação. Contudo, as regiões mais distantes dos centros a maiores adensamentos urbanos, muitas vezes, carecem de apoio para o desenvolvimento de infraestrutura.

A praia de Jacarecica, em bairro homônimo, por exemplo, foi apontada como tendo o metro quadrado mais caro entre os bairros da Capital, para venda de imóveis residenciais no ano de 2022 pelo Índice FipeZAP, da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe), que acompanha os preços de imóveis residenciais e comerciais nacionais. Já no ano de 2023, o bairro se encontra como sendo o 4º em metro quadrado mais caro (Fipe, 2023). Essa valorização da região vem sendo evidenciada após a implantação de obras estruturais de mobilidade que tem impulsionado a ocupação por novos empreendimentos imobiliários e atraído parte da população para residir nesses novos espaços de média e alta renda.

O presente estudo teve como objetivo analisar a evolução temporal e morfológica da foz do rio Jacarecica, localizada na porção norte da área urbana de Maceió, evidenciando as transformações ocorridas ao longo do tempo e os processos responsáveis por tais modificações. Para isso, a metodologia adotada possibilitou o mapeamento dos períodos de progradação e retrogradação das barras arenosas na foz do rio Jacarecica, permitindo evidenciar as variações na posição de sua desembocadura ao longo de um intervalo de vinte anos. A análise dos padrões de

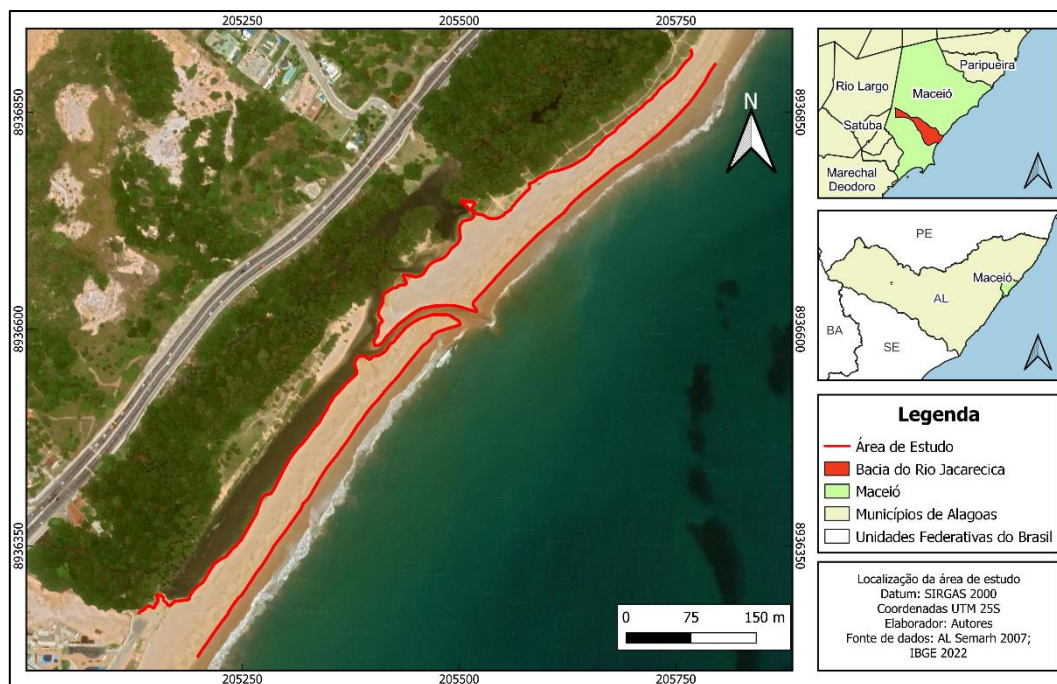
evolução costeira obtida a partir desses dados pode contribuir para a compreensão dos processos naturais que atuam na paisagem da zona costeira, podendo oferecer subsídios para ações de planejamento, gestão e conservação ambiental em áreas costeiras semelhantes.

Material e métodos

A área de estudo localiza-se na Praia de Jacarecica, porção centro-norte do litoral de Maceió-AL, na foz do rio Jacarecica (Mapa 1), cuja bacia hidrográfica engloba os bairros Antares, Benedito Bentes, Serraria, Barro Duro, São Jorge e Jacarecica, bairro homônimo, sendo verificado que em sua área de preservação permanente (APP) ocorre a presença de uma pequena faixa de manguezal de cerca de 10 ha, distribuída paralelamente a linha de costa.

A área de estudo está condicionada ao regime de ventos alísios, oriundos da Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS, com predominância dos ventos de leste e sudeste (Santos, 2010). Os ventos atingem a área de estudo preponderantemente pela direção leste (Gráfico 1), apresentando uma média de 2,63 m/s, na série histórica analisada.

Os ventos se caracterizam como elementos importantes em praias arenosas, visto que os sedimentos transportados pelo vento se acumulam em áreas onde há mudança na direção ou redução da velocidade dos ventos, ocasionando campos de dunas (Silva et al., 2020). Sua influência também é significativa para as morfologias da zona costeira na área, pois estas são responsáveis pela origem e intensificação das ondas que atingem a costa e também pelo transporte de sedimentos pela corrente de deriva litorânea, predominantemente para norte.



Mapa 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Os autores (2024).

O sentido da deriva litorânea na área de estudo é predominantemente para norte, mudando para sul devido às frentes de onda que chegam de S no outono e no inverno (Santos, 2010). O regime de maré é outro condicionante na área, segundo Bruni e Silva (1983), a Costa Alagoana se enquadra no regime de mesomarés, apresentando amplitude média entre 2 e 4 metros. É importante conhecer o regime de marés e sua capacidade de propagação na costa, influenciando as morfologias e morfodinâmica locais.

A faixa costeira de Maceió é caracterizada pela prevalência de sedimentos fluviomarinhos e flúvio-marinhos-lagunares, resultantes de

depósitos ao longo da linha costeira. Essa região é constituída por extensos cordões arenosos que se distribuem de maneira paralela ao mar, seguindo as reentrâncias praias. Além disso, destaca-se a presença significativa de *beachrocks*, formações rochosas compostas por arenitos calcíferos, intercalados por lentes margosas e conglomeráticas, situados nas águas rasas oceânicas. Essas estruturas podem ser observadas também na praia de Jacarecica, afogadas na preamar e parcialmente expostas na baixa-mar, principalmente quando nas marés de sizígia (Silva & Ferreira, 2017).

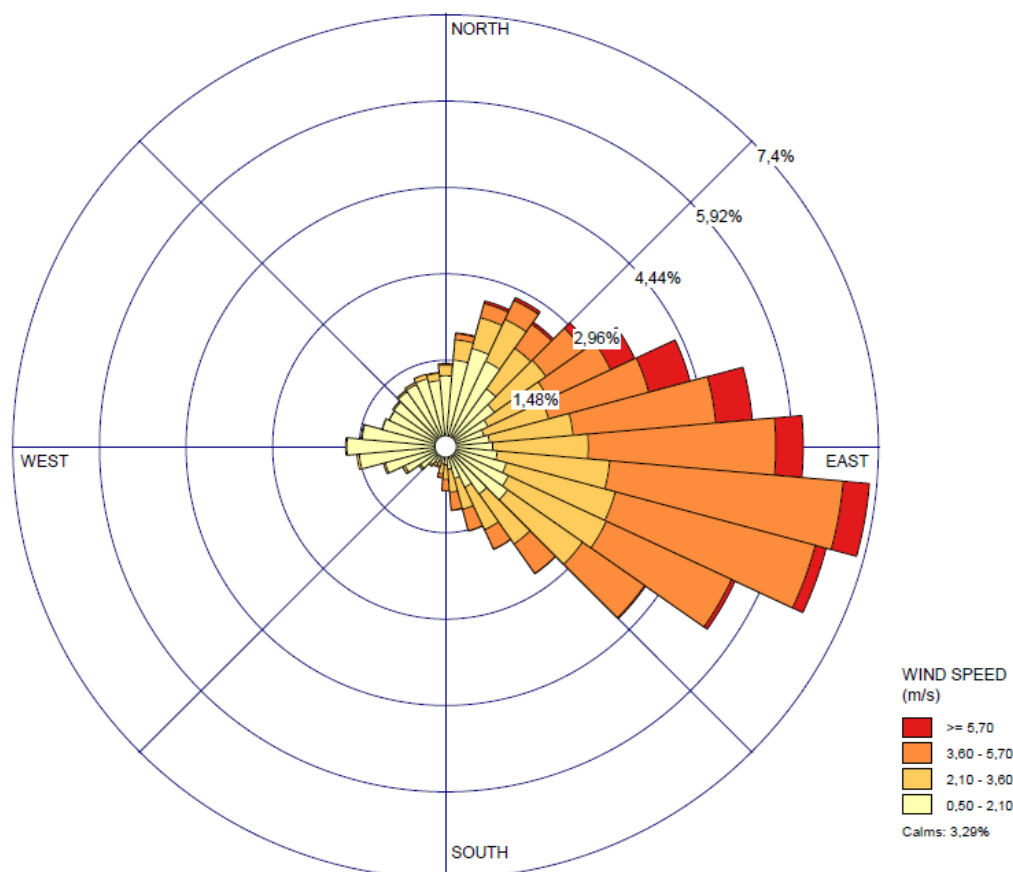


Gráfico 1. Direção e Velocidade do vento em Maceió, 2003 a 2023. Fonte: INMET (2024). Organizado pelos autores (2024).

De acordo com a classificação climática de Köppen, Zona da Mata e Litoral alagoano e parte do Agreste mais úmido, apresentam clima tropical com chuvas de outono-inverno (As'), com estação seca bem definida. Os meses mais chuvosos são de abril a julho, com períodos longos de chuva, alternados por dias não chuvosos de temperaturas mais amenas. Já de outubro a janeiro os totais pluviométricos caem bastante, com temperaturas mais altas, acima dos 25 °C (Gráfico 2).

A vegetação pioneira da área, mais ampla, foi suprimida, restando apenas uma pequena porção na linha de preamar. Essa vegetação remanescente é composta principalmente por ervas e arbustos adaptados a solos arenosos, pouco férteis, salinos e sujeitos às ações de maré. Na desembocadura do rio Jacarecica são encontrados testemunhos de manguezais, já impactados pela ocupação de suas margens, que apresentam, em algumas porções, vegetação exótica, árvores diversas nas porções menos alagadiças.

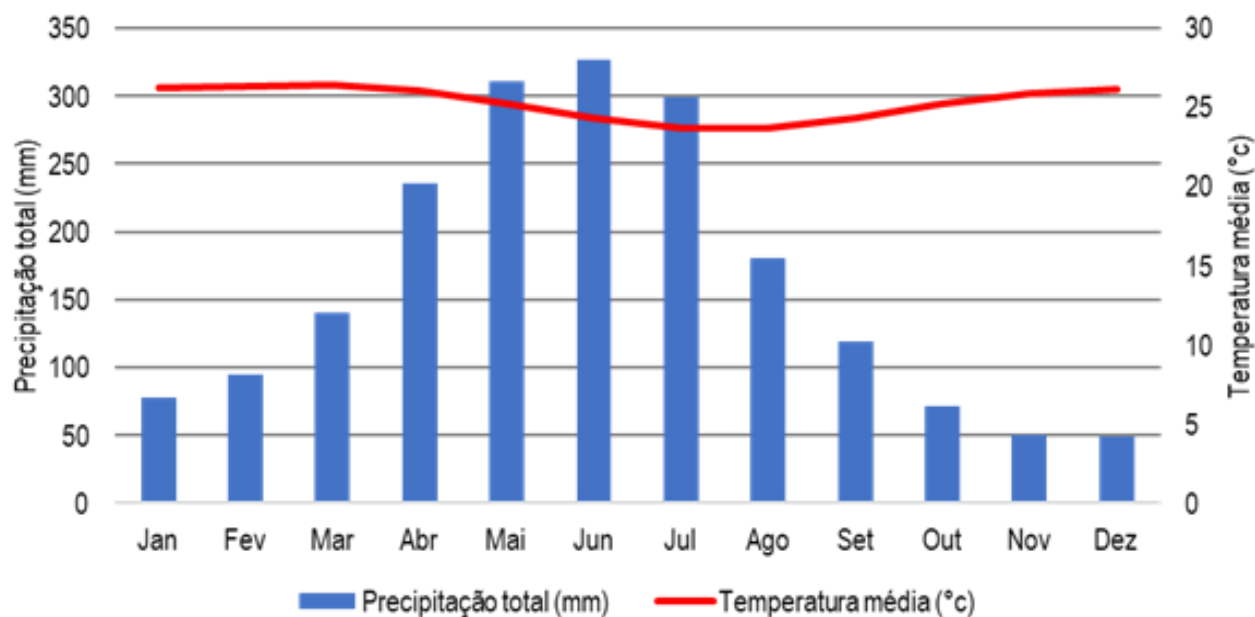


Gráfico 2. Climograma de Maceió, 1973 a 2023. Fonte: INMET (2024). Organizado pelos autores (2024).

Ao longo de sua extensão, o rio é perene e apresenta um vale profundo, estreito e com encostas bastante íngremes, em alguns quilômetros de extensão. Na foz, apresenta calha de fundo raso e largura mais significativa, bastante variável em localização e porte ao longo do ano. A bacia hidrográfica está distribuída sobre a Formação Barreiras, composta por arenitos e conglomerados, com intercalações de lentes argilosas, neogênicos de idade Mio-Pleistocênica, que modelados pelas condições climáticas locais, deram origem a encostas íngremes e vales estreitos que bordeiam o canal principal e seus tributários.

As análises do processo evolutivo da morfodinâmica da foz do rio Jacarecica, se deu por meio da elaboração e análises dos mapas de evolução morfodinâmica. Esses foram realizados através do uso de dois *softwares* de uso livre: Google Earth Pro e Qgis, na versão 3.28.6. O primeiro *software* foi utilizado para obtenção das imagens históricas da área, e o segundo foi utilizado para o processamento e o georreferenciamento das imagens, além do processamento dos dados quantitativos.

Para fundamentar a análise, foram observados alguns modelos de evolução de desembocadura, associados ao transpasse de sedimentos, na tentativa de identificar um modelo próximo à dinâmica apresentada na área de estudo. Os modelos observados são apresentados no trabalho de FitzGerald et al. (2000), que trata sobre

a evolução de desembocaduras e apresenta diferentes modelos de transpasse de sedimentos (Figura 1).

A metodologia para a definição de padrões e caracterização dos modelos compreende o levantamento de dados sobre a direção dos ventos, da corrente de deriva litorânea, dados relacionados ao nível da maré e também da vazão dos rios. Esses dados são correlacionados para identificar o sentido da deposição de sedimentos, além de verificar também o nível de influência exercido pela desembocadura e pela maré nas morfologias apresentadas. Isso envolve coleta de dados in loco, como perfis de elevação do fundo do mar, padrões de correntes, medições de sedimentos, entre outros.

Frequentemente empregam-se modelos numéricos para simular o comportamento hidrodinâmico e a sedimentação na entrada de maré nos estuários. Isso pode envolver o uso de modelos de circulação oceânica ou modelos específicos para o transporte de sedimentos. Os dados coletados no campo são usados para calibrar e validar esses modelos. Em alguns casos, pode-se realizar experimentos em laboratório para investigar processos específicos relacionados à sedimentação em entradas de marés. Uma vez que os dados de campo, modelagem numérica e experimentos de laboratório são coletados, segue-se para identificar padrões, tendências e relações entre variáveis, estatísticas e análise espacial.

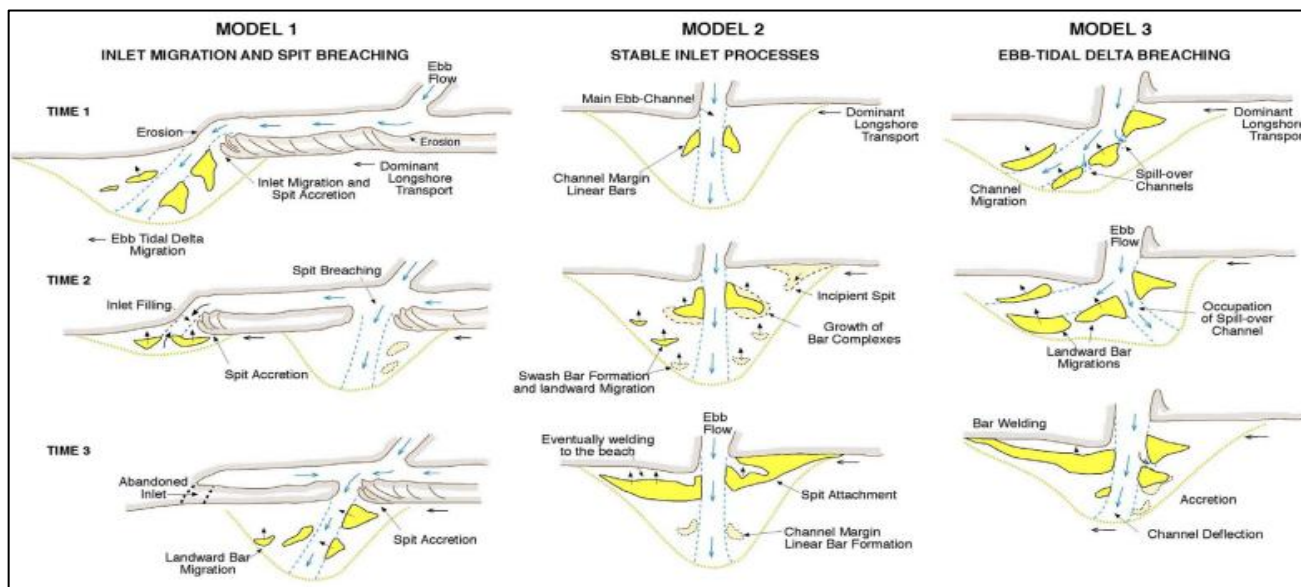


Figura 1. Exemplos dos modelos conceituais de evolução das desembocaduras associados ao transpasse (bypassing) de sedimentos (Models 1-3). Fonte: FitzGerald, Kraus, Hands (2000).

Com relação às etapas de geoprocessamento, a primeira compreendeu o uso do *Google Earth Pro*, onde empregou-se imagens de mesmo período, dispostas pelas companhias *Maxar Technologies Inc.* e *CNES/Airbus*, e a utilização da ferramenta “imagens históricas”. Através dela, e uma vez determinada a área de estudo e o recorte temporal de vinte anos, foi realizada a seleção de imagens. Foram selecionadas imagens referentes aos anos de 2002, 2005, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022. Posteriormente, essas imagens foram georreferenciadas utilizando o *Qgis*, por meio da ferramenta “georreferenciador”, nativa do software.

Na segunda etapa, a partir da utilização do *Qgis*, para a manipulação dos arquivos criados para as análises e delimitações da foz e da linha de costa, foi realizada a identificação do limite entre a linha de sedimentos secos e molhados (Boak & Turner, 2005). Através da criação de arquivos .shp (*shapefile*), identificados e separados por ano e pelo elemento a qual representavam, de modo a compor o banco de dados que posteriormente seria utilizado na análise evolutiva. Uma vez que os primeiros produtos gerados no *Qgis* foram arquivos .shp no formato de linhas, o cálculo da área foi realizado através da transformação dessas linhas em polígonos. Por sua vez, os polígonos foram utilizados para calcular a variação da área da faixa de areia (m^2) e o registro de suas estatísticas descritivas.

A última etapa do trabalho correspondeu a sistematização dos dados encontrados através da utilização do *software Excel*, versão 2019, de modo a tornar possível a elaboração de gráficos e análise das estatísticas descritivas. Por fim, o *Qgis*, foi então utilizado para elaborar os mapas e demais elementos visuais referentes à área de estudo. Ressalta-se que paralelo a elaboração de mapas houve o levantamento bibliográfico, importante para a produção do trabalho, fundamentação metodológica, teórica, procedimentos e discussão dos resultados, de modo que a partir desse conjunto foi possível identificar como se deu a constante variação da desembocadura do rio Jacarecica.

Resultados e discussões

A análise da área de estudo, a partir das imagens coletadas, indica a ausência de geoindicadores que caracterizem processos erosivos de intensidade moderada a avançada, conforme apontado por estudos anteriores (Souza, 2009; Martins et al., 2016; Santos Júnior et al., 2020). Foram identificados apenas elementos indicativos de processos erosivos de muito baixa ou baixa intensidade.

Esses achados estão em consonância com os estudos de Lima et al. (2021), os quais, ao realizarem o mapeamento das áreas de risco de erosão marinha no litoral de Alagoas, classificou a área em questão como de baixo risco. Os resultados também corroboram a análise de Silva et al. (2024), que, ao aplicar o Índice de Vulnerabilidade

Costeira (IVC) às praias urbanas de Maceió-AL, identificou que as praias de Cruz das Almas e Jacarecica não apresentam pontos de erosão ao longo de sua extensão, sendo observados apenas trechos com estabilidade ou tendência à progradação da linha de costa.

A sequência das imagens mostra a migração da desembocadura do rio Jacarecica, variações no sentido norte e sul ao longo de meses e anos, com maior frequência para o sul. Essas variações estão ligadas a variação na direção média dos ventos, de L-SE para L-NE, principalmente no outono-inverno (Santos, 2010). Tais condições alteram a deriva litorânea levando ao entulhamento de material na desembocadura fluvial e a empurrando para o sul.

A migração da desembocadura, bem como sua tendência de migração para o sul, pode ser explicada pela influência da deriva litorânea que, segundo Villwock et al. (2005), é o principal fator que impulsiona as migrações laterais de desembocaduras fluviais, lagunares e estuarinas ao longo das linhas de costa. É também o principal agente que contribui para a movimentação, o retrabalhamento e a redistribuição dos sedimentos ao longo da faixa costeira (Souza et al., 2005).

A presença da desembocadura do Jacarecica pode ser apontada como um fator importante a manutenção da linha de costa atual da praia homônima, visto que o rio transporta

sedimentos e, essa quantidade de sedimentos transportados não é fixa, variando de ano em ano e de sazonalidade em sazonalidade, que são incorporados aos seus terraços arenosos (Gráfico 3).

As drenagens costeiras de pequeno porte, como o rio Jacarecica, são comuns ao longo do litoral brasileiro e, mesmo com saída para o mar e variação das marés, podem exercer significativa influência no transporte ou bloqueio de sedimentos na zona costeira (Carneiro et al., 2023). Ao longo do tempo, esses sedimentos vão alimentando os terraços da própria praia e de praias adjacentes, o que pode explicar, em parte, os resultados de baixa tendência à erosão costeira em Cruz das Almas, localizada a sul da área de estudo, encontrados por Silva et al., (2024).

Assim, a foz do rio Jacarecica é moldada por uma complexa interação de fatores dinâmicos, como os ventos, os sistemas de ondas, as oscilações de maré, o aporte sedimentar oriundo do continente e o balanço hídrico da região. A atuação conjunta desses elementos sobre o equilíbrio morfodinâmico local provoca transformações contínuas na paisagem, refletidas em alterações recorrentes na desembocadura, os quais apresentam significativa variabilidade em escalas temporais diversas, caracterizando a área como um ambiente geomorfologicamente dinâmico (Ferreira et al, 2024; Pinheiro et al., 2021).

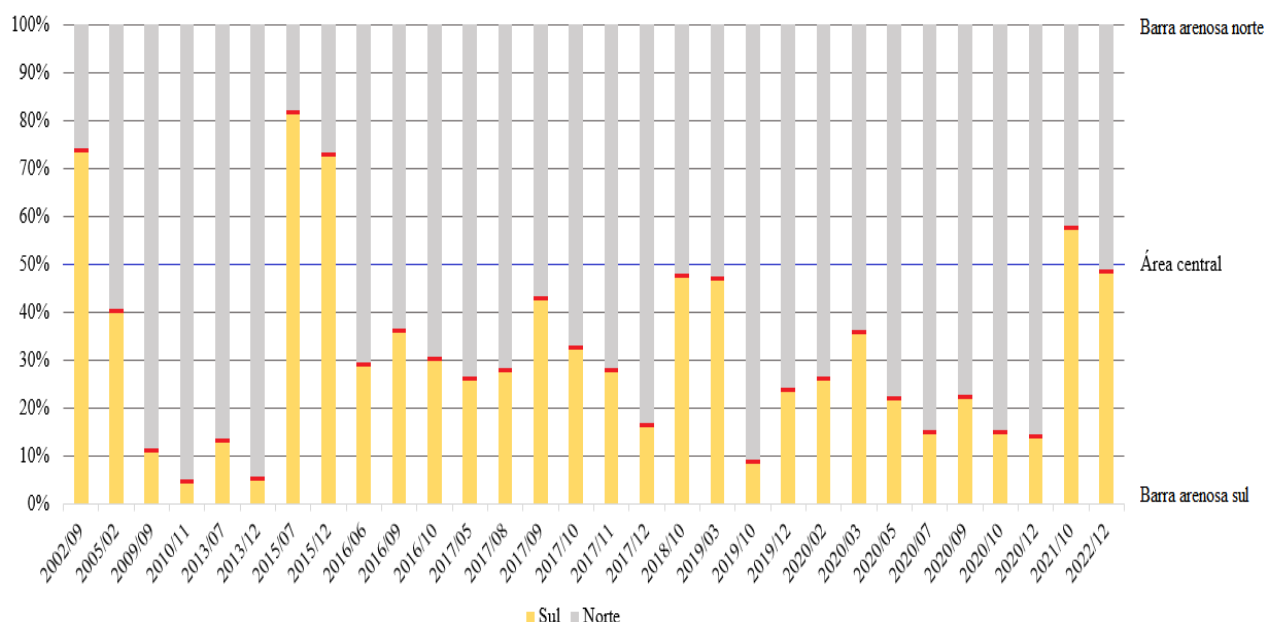


Gráfico 3. Dinâmica de progradação e retrogradação das barras arenosas ao norte e ao sul, em percentagem, durante os anos de 2002 e 2022. Fonte: Os autores (2024).

A foz estudada apresenta uma morfodinâmica concordante com o modelo 1, *Inlet Migration Spit Breaching* (Migração do Canal e Quebra do Pontal Arenoso), apresentado por FitzGerald et al. (2000). Esse é modelo que melhor se aproxima da dinâmica apresentada na área (Figura 2), trata-se de um processo de migração de desembocadura seguindo o sentido da deriva litorânea, onde a capacidade de fixação da mesma depende da sua profundidade, pois, quanto mais funda, mais estável ela se torna, visto que entrará em contato com litologias e substratos mais

resistentes. E, no caso de desembocaduras sem esta estabilidade, as mesmas se tornam mais suscetíveis à migração devido aos diferentes agentes que influenciam na dinâmica do ambiente no qual está localizada. Essas configurações são concordantes na área, onde observa-se uma série de canais rasos e de localização bastante variável em contato com o mar ao longo dos meses e anos. Por vezes, existem momentos de transição na migração onde há extravasamento da barra lateral e surgimento de canais auxiliares em momentos de maior volume de água na bacia.

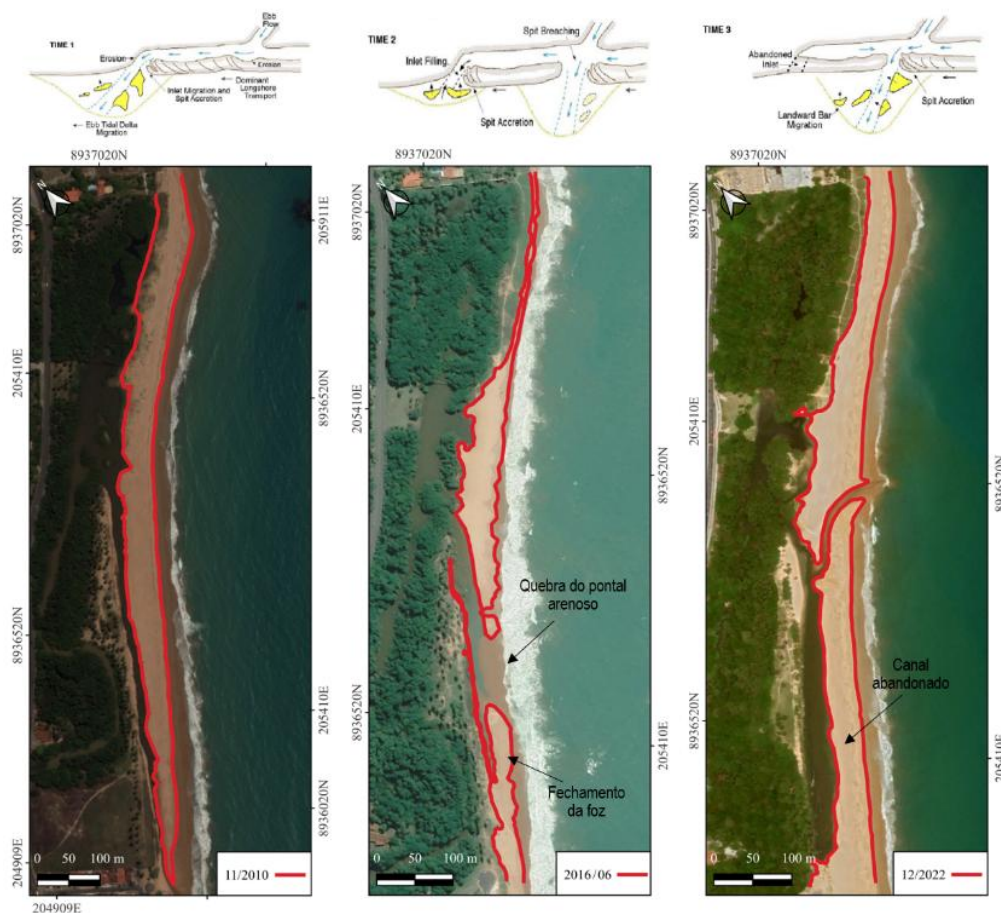


Figura 2. Evolução da desembocadura do rio Jacarecica comparado ao modelo “Migração do Canal e Quebra do Pontal Arenoso” (*Inlet Migration Spit Breaching*). Fonte: Os autores (2024), adaptado de FitzGerald et al. (2000).

O modelo 1, “*Inlet Migration Spit Breaching*” conforme o estudo de FitzGerald et al. (2000), adotado no presente estudo, apresenta três diferentes estágios de evolução de desembocaduras, nomeados de momento I, II e III pelos autores. O momento I trata do deságue lateral

da desembocadura, quando esta é impedida de desaguar ao centro por sedimentos, assim é escavado um novo percurso, que pode ser longo ou curto, gerando longas ou curtas barras de sedimento que o acompanham e impedem o avanço da maré sobre o estuário.

O momento II trata das situações onde o deságue lateral da desembocadura já está estabelecido, agora passando por preenchimento de sedimentos quando a desembocadura retoma seu deságue para a porção central, fazendo com que o canal lateral perca força de vazão e fique mais suscetível à ação dos ventos e marés, sendo tamponado.

O momento III trata do deságue centralizado pela desembocadura, normalmente estabelecido em situações onde o nível de vazão do rio está alto, ficando menos suscetível à migração e bloqueio do canal. Também no momento III é possível perceber o estabelecimento de duas barras paralelas à linha de costa, relativamente bem divididas pela centralização da foz.

Ao longo dos ciclos de direcionamento dos ventos, mudanças de direção, processos de erosivos desencadeados pela ação das ondas, faz com que a foz do rio migre, seja por tamponamentos de canais e abertura de novos ou crescimento das barras arenosas para norte ou para sul. O nível de vazão do rio também deve ser considerado ao se analisar essa migração, pois em momentos de maior volume a desembocadura tende a ser mais centralizada e,

quando está baixa, se torna mais suscetível à ação da deriva litorânea, podendo ser afogada e bloqueada por sedimentos, acelerando as migrações.

Em 2002 é apresentada uma imagem do mês de setembro, onde a foz do rio estava localizada ao norte, neste registro observa-se o primeiro momento evolutivo do modelo I de FitzGerald et al. (2000), no qual a desembocadura é impedida de desaguar no centro na área devido ao intenso transporte de sedimentos que vão empurrando o canal para norte como resposta do crescimento da barra arenosa ao sul (Figura 3a). Já em 2005, no mês de fevereiro, diferente do ano de 2002, a foz se encontrava mais próxima da área central, sendo o produto do rompimento do pontal arenoso e do crescimento da barra ao norte, uma inversão parcial do cenário anterior, o que corresponde ao terceiro momento evolutivo do Modelo (Figura 3b). Desse modo, é possível analisar as mudanças ocorridas nesse ambiente, que são configuradas a partir das interações entre a drenagem e as correntes longitudinais na zona costeira (Cussioli, 2010).



Figura 3. delimitação da área de estudo nos anos de 2002 (a) e 2005 (b). Fonte: Os autores (2024).

No ano de 2009, no mês de setembro, a desembocadura avançou para o sul, empurrada pela

deriva litorânea, após o período de maiores totais pluviométricos na região (Figura 4a). Já em 2010,

no mês de novembro, e novamente observa-se o avanço da desembocadura em direção ao sul, confirmando a relação entre a direção dos ventos, deriva litorânea e localização da desembocadura após o período de maiores volumes pluviométricos do meio do ano (Figura 4b). Em ambas as imagens, o canal aparece longo e estreito, reproduzindo o primeiro momento do Modelo. Essa variação na

posição da foz é influenciada por fatores incluindo o transporte de sedimentos, a energia das ondas, a intensidade da corrente de maré e a composição das margens do canal, que impedem o rio de desaguar diretamente no centro. A partir das imagens, ainda é possível observar uma evolução gradual desde 2002 (Figura 3), indicando um processo dinâmico de mudança ao longo do tempo

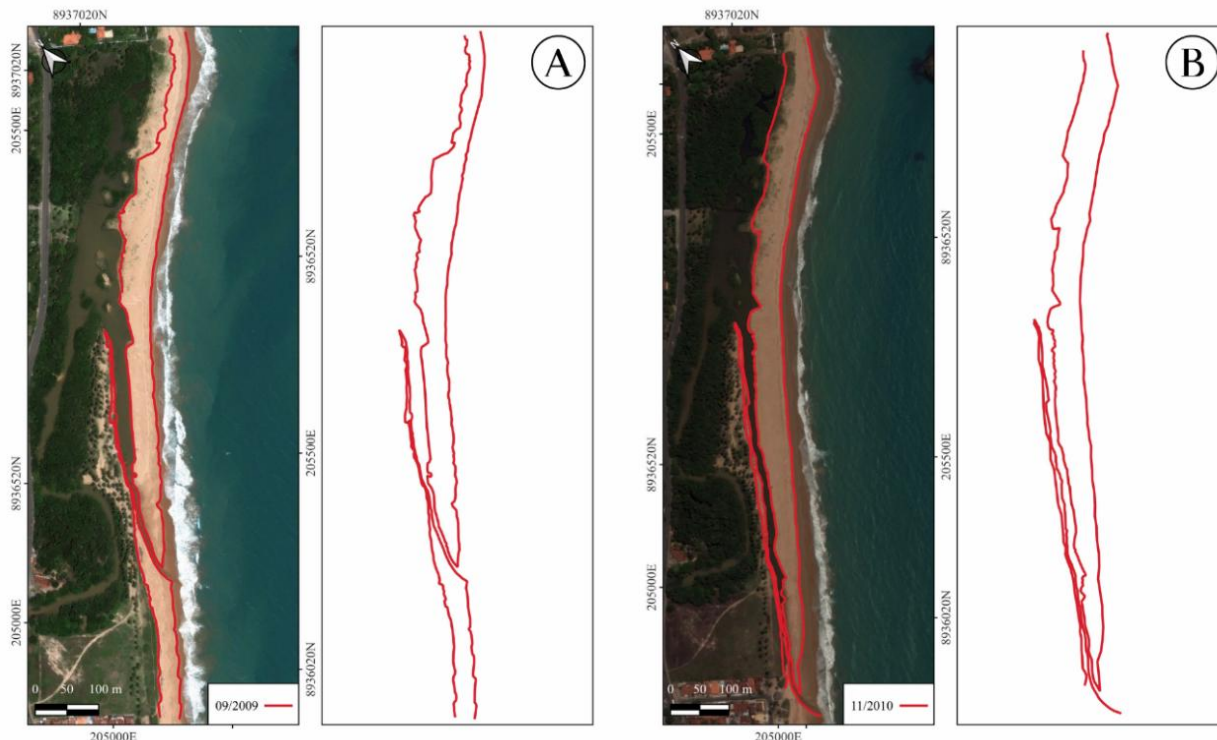


Figura 4. delimitação da área de estudo nos anos de 2009 (a) e 2010 (b). Fonte: Os autores (2024).

No ano de 2013, nos meses de julho e dezembro, a foz se encontrava ao Sul e correspondia ao primeiro momento do Modelo, no entanto, é possível notar uma pequena variação na largura do canal, que se torna mais estreito no último mês (Figura 5a). No ano de 2015, nos meses de julho e dezembro, a foz aparece ao norte, no registro de julho a desembocadura se encontra mais estreita e se aproxima de como se encontrava no ano de 2002 (Figura 3a), correspondendo ao primeiro momento evolutivo do Modelo, onde a desembocadura é impedida de desaguar no centro da área em decorrência dos sedimentos transportados. Em dezembro, houve uma variação do fluxo d'água e do transporte, resultando numa maior escavação do canal, que apresenta uma foz mais ampla (Figura 5b).

No ano de 2016 foram observadas imagens que correspondem aos meses de junho, julho, setembro e outubro. No mês de junho a

desembocadura estava localizada ao centro da área, apresentando grande abertura, correspondendo ao terceiro momento evolutivo do Modelo. No mês de julho a desembocadura foi bloqueada por sedimentos, sendo impedida de desaguar livremente, formando uma ampla lagoa salobra. Nos meses de setembro e outubro a desembocadura correspondeu ao primeiro momento evolutivo, ao sul (Figura 6a).

Carneiro et al. (2023), aponta dois mecanismos distintos que podem influenciar o deslocamento da desembocadura, um gradual, condicionado pela deriva litorânea e pela orientação da linha de costa; e outro abrupto, em sentido contrário, os quais podem ser resultantes da sobrepressão fluvial ou de eventos de sobrelevagem marinha. Assim, a obstrução observada em julho e a formação da lagoa podem indicar justamente um momento de transição entre esses dois tipos de deslocamento — o bloqueio

sedimentar imposto pela deriva litorânea pode ter criado condições para que, em um momento posterior, ocorra um novo rompimento da barreira a barlar, reiniciando o ciclo com deslocamento.

O ano de 2017 foi o segundo com maior número de imagens analisadas, seis, onde o mês de maio correspondeu ao terceiro momento evolutivo do Modelo, com a desembocadura próxima ao centro da Área e abertura ampla. Nos meses de agosto, setembro e outubro a desembocadura

esteve localizada próximo ao centro, também correspondendo ao terceiro momento evolutivo. E nos meses de novembro e dezembro a desembocadura migrou para o sul, aproximando-se do primeiro momento evolutivo (Figura 6b). Esses resultados, quando comparados aos de direção dos ventos, corrente de deriva e pluviometria, comprovam a influência da profundidade da desembocadura no processo de migração.

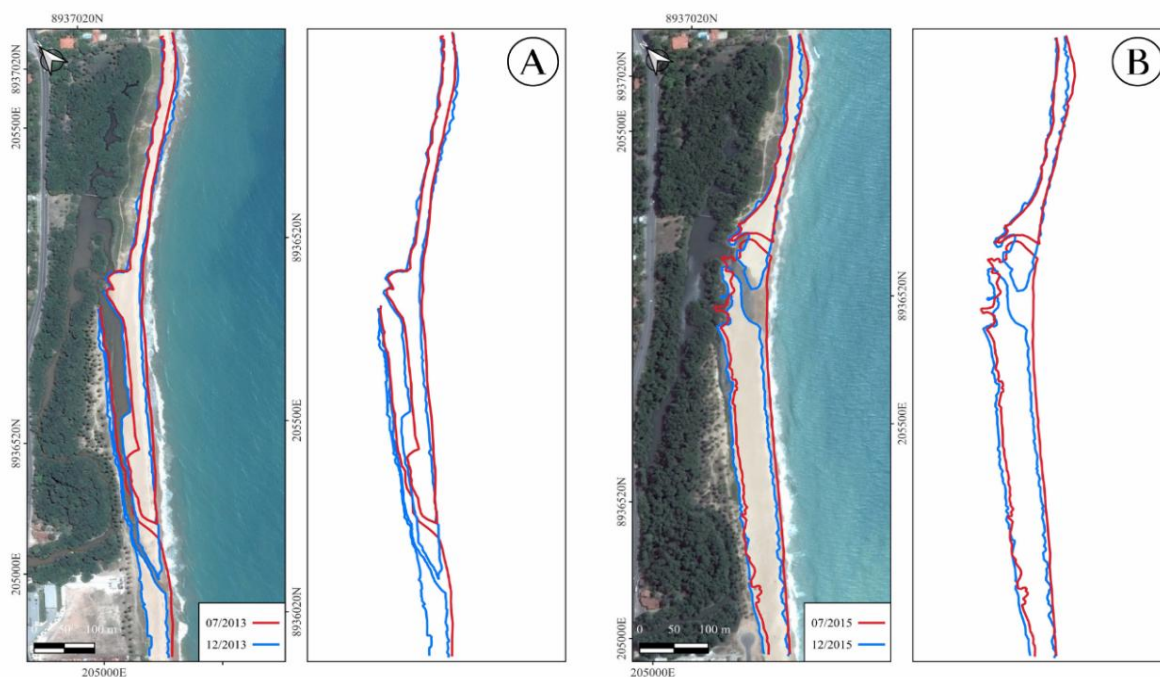


Figura 5. delimitação da área de estudo nos anos de 2013 (a) e 2015 (b). Fonte: Os autores (2024).

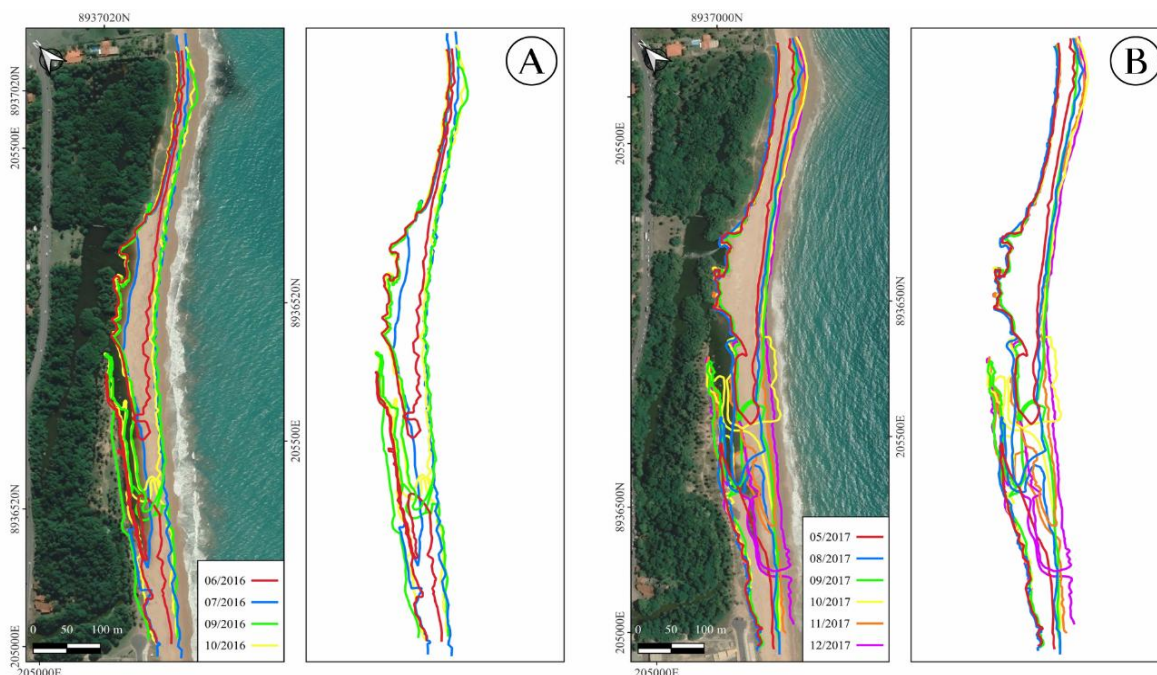


Figura 6. delimitação da área de estudo nos anos de 2016 (a) e 2017 (b). Fonte: Os autores (2024).

Em março de 2018 a desembocadura estava bloqueada por sedimentos, assim, impedida de desaguar no oceano, formando uma lagoa salobra pelo represamento do fluxo fluvial e migração do fluxo marinho, quando das marés altas, por migração lateral de porosidade das areias. A linha de costa apresentou relativa estabilidade em comparação a dezembro de 2017 (Figura 6b). Em outubro a desembocadura estava desaguardo livremente, localizada ao centro da área de estudo, correspondendo ao terceiro momento evolutivo do Modelo (Figura 7a) e momento de inversão da migração para o sul.

Três imagens foram analisadas no ano de 2019, correspondendo aos meses de março, outubro e dezembro, respectivamente. No mês de março a desembocadura estava localizada ao centro, correspondendo ao terceiro momento do

Modelo. Nos meses de outubro e dezembro, pela sua localização mais ao sul, a desembocadura correspondeu ao primeiro momento evolutivo (Figura 7b), invertendo novamente o fluxo e acompanhando a deriva.

Já 2020 foi o ano com mais imagens analisadas, correspondendo aos meses de fevereiro, março, maio, julho, setembro, outubro e dezembro. Em todas as situações analisadas, a desembocadura manteve-se desaguardo livremente e com tendência de migração para o sul, assim, todas as análises da evolução da desembocadura corresponderam ao primeiro momento do Modelo (Figura 8a). Também foi constatada certa estabilidade da linha de costa nos meses de 2020, com relação a dezembro de 2019 (Figura 7b), corroborando com a análise da baixa vulnerabilidade à erosão costeira.

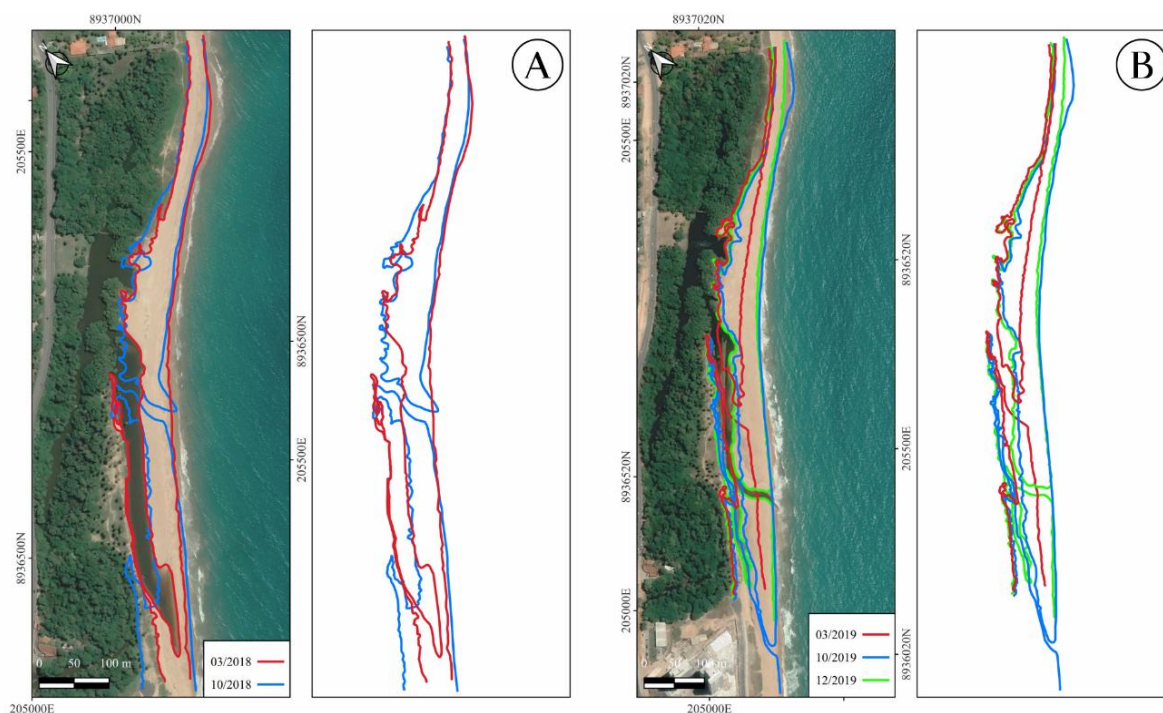


Figura 7. delimitação da área de estudo nos anos de 2018 (a) e 2019 (b). Fonte: Os autores (2024).

Em 2021 só foi possível analisar uma imagem, corresponde ao mês de outubro, onde a desembocadura do Jacarecica apresenta-se no centro da área de estudo, correspondendo ao terceiro momento do Modelo (Figura 8b). E, ainda de acordo com as análises empreendidas, o mês de outubro apresentou progradação da linha de costa em comparação a dezembro de 2020 (Figura 8a).

Em 2022, como mostra a imagem, no mês de dezembro, a desembocadura apresentou-se no centro da área de estudo, correspondendo ao terceiro momento evolutivo do Modelo (Figura 9), que está relacionado ao aumento do volume da vazão do rio nesse período, também fora

constatado que a linha de costa se manteve relativamente estável em comparação a outubro de 2021 (Figura 8b). Esse ano correspondeu a um período de maiores valores pluviométricos no mês de dezembro, mesmo fora do período de maiores médias. Esse cenário confirma a relação entre as variações na direção do vento e maiores volumes de chuva como as principais variáveis de influência na direção da deriva litorânea, inclusive, em alguns momentos, com o fluvial suplantando a influência de maré, principalmente por extravasamento de cristas de berma.

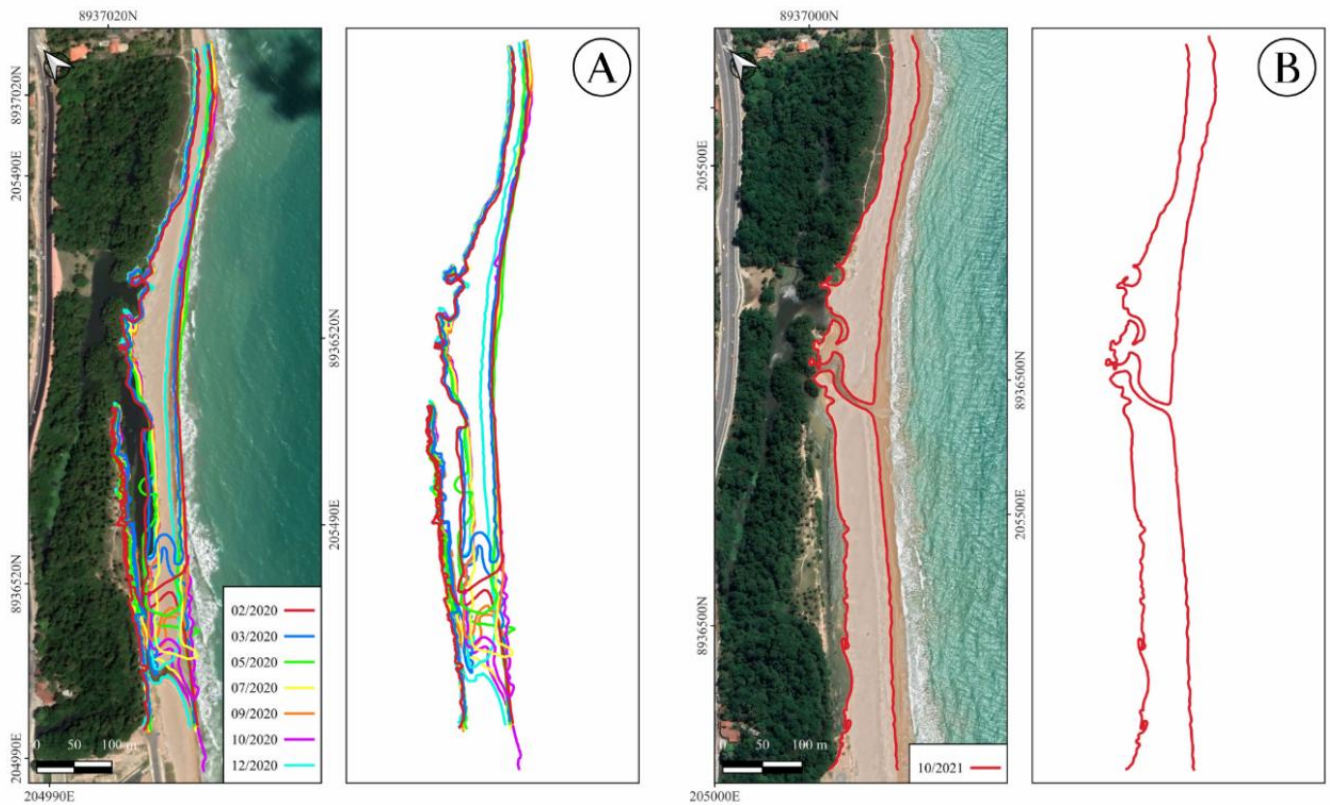


Figura 8. delimitação da área de estudo nos anos de 2020 (a) e 2021 (b). Fonte: Os autores (2024).

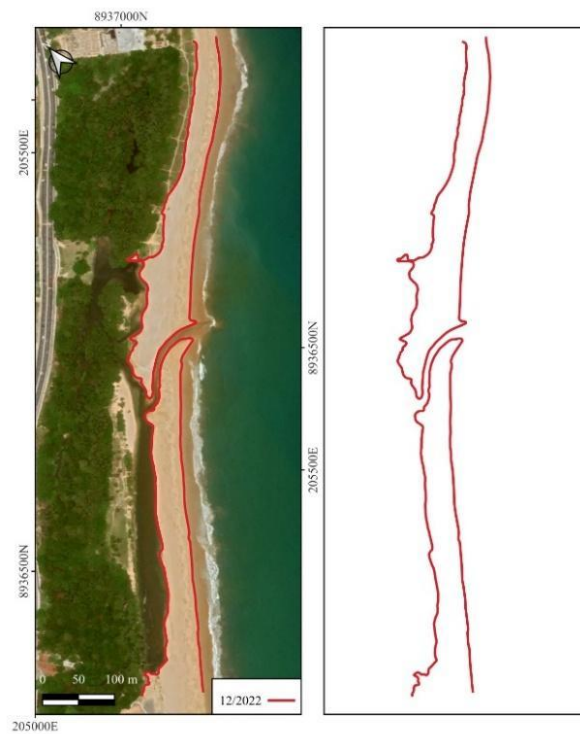


Figura 9. delimitação da área de estudo no ano de 2022. Fonte: Os autores (2024).

Conclusão

A pesquisa teve como objetivo evidenciar as transformações ocorridas na foz do rio Jacarecica ao longo do tempo, analisando os processos responsáveis por tais modificações. Nesse sentido, a metodologia empregada permitiu mapear os momentos de progradação e retrogradação das barras arenosas do rio Jacarecica, evidenciando a variação da desembocadura do rio ao longo de vinte anos, possibilitando compreender a evolução do ambiente costeiro, o que pode fornecer subsídios para a gestão e conservação dessa e de outras áreas.

A partir dos resultados, observou-se uma tendência predominante de deslocamento da foz para o sul. Essa evolução é influenciada por processos decorrentes das condições climáticas locais e da deposição de sedimentos, sugerindo, ainda, uma resposta morfológica do sistema fluvial às mudanças ambientais e sedimentares ocorridas na região ao longo do período analisado. Esse fenômeno é de grande relevância para o entendimento da dinâmica costeira local, uma vez que o sistema interage e responde a fatores naturais e antrópicos.

Desse modo, a variação da desembocadura de um rio ao longo do ano é um fenômeno influenciado por uma série de fatores sazonais que moldam a dinâmica fluvial. As mudanças nas estações, os padrões de precipitação e outros elementos climáticos desempenham papéis cruciais nesse processo. Durante diferentes épocas do ano, os rios podem apresentar variações em seus volumes de água, fluxo e transporte de sedimentos, resultando em alterações na configuração da desembocadura. Essa compreensão sazonal é essencial para uma gestão eficaz dos recursos hídricos e para a conservação dos terraços arenosos e dos ecossistemas costeiros associados a essas áreas.

O presente estudo não se propôs a elucidar toda a dinâmica geomorfológica da área, mas representa um esforço no sentido de, a partir de metodologias de baixo custo e fácil aplicação, reunir dados geomorfológicos que chamem a atenção para essa temática em Maceió e em outras porções de Alagoas, bem como subsidiar iniciativas de conservação ambiental nessas áreas. Desse modo, atualizações e a aplicação de novas metodologias podem gerar resultados ainda mais robustos, que contribuam para o planejamento, a gestão territorial e a conservação da área estudada.

Agradecimento

À Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alagoas (PPGG/UFAL), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Laboratório de Geologia (LabGeo) do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGdema pelo valioso apoio.

Referência

- Ab'Sáber, A. N. (2000). Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Inter e SubTropical. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1(1). <https://doi.org/10.20502/rbg.v1i1.67>
- Barbosa, R. N., & Sabóia de Aquino, C. M. S. (2020). Análise bibliométrica do tema geodiversidade no Brasil em revistas no período 2010-2016 e suas regiões de concentração. *Terr@ Plural*, 14, 1–14. <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/15001>
- Boak, E. H., & Turner, I. L. (2005). Shoreline definition and detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703.
- Bruni, M. A. L., & Silva, H. P. (1983). *Mapa geológico do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000*. MME-DNPM/CODISE.
- Carneiro, N. M. A., Muniz, R. de L., Rodrigues, R. M., & Nascimento Junior, D. R. do. (2023). Morfodinâmica e sedimentologia da planície de marés do Rio Barra Nova, Ceará. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, 23(3), 169–185. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-208804>
- Cussioli, M. C. (2010). *Dinâmica da desembocadura do rio Itanhém, Alcobaça, BA* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo].
- Diniz, M. T. M., & Oliveira, G. P. de. (2016). Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 17(3). <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/844>.
- Fernández-Hernández, M., Calvo, A., Iglesias, L., Castedo, R., Ortega, J. J., Diaz-Honrubia, A. J., Mora, P., & Costamagna, E. (2023). Anthropogenic action on historical shoreline changes and

- future estimates using GIS: Guadarmar del Segura (Spain). *Applied Sciences*, 13(17), 9792. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/17/9792>
- Ferreira, B., Lins Silva, T. C. L. da, Araujo Soares, M. de A., & Ferreira dos Santos Júnior, J. F. (2019). Patrimônio geológico do litoral da Região Metropolitana de Maceió – RMM, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, 5(2), 108–130. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n2ID18737>
- Ferreira, B., Silva, J. P. L. S. da, Silva, T. C. L., Ferreira, M., & Venâncio, S. V. de C. (2024). Morfodinâmica do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba - CELMM, litoral sul de Alagoas. *Caderno de Geografia*, 34(77), 692. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2024v34n77p692>
- Fitzgerald, D. M., Kraus, N. C., & Hands, E. B. (2000). *Natural mechanisms of sediment bypassing at tidal inlets*. U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. (2023). *Índice FipeZap*. <https://www.fipe.org.br/pt-br/institucional/sobre-a-fipe/>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). Questões transversais ao estudo dos ambientes costeiros e oceânicos. In *Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil* (pp. 119–164). IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Atlas geográfico escolar* (7ª ed., pp. 88–180). IBGE.
- Lima, T. A. S., Ruggeri, J. de P., Barbosa, A. P., & Pimentel, Y. de F. C. (2021). Mapeamento das áreas de risco de erosão marinha no litoral de Alagoas. In F. L. R. Listo, D. G. da S. Listo, & R. G. da Silva (Orgs.), *Planejando cidades: mitigando riscos* (pp. 257–265). Editora MapGeo.
- Martins, K. A., Pereira, P. de S., Lino, A. P., & Gonçalves, R. M. (2016). Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 17(3), 533–546. <https://doi.org/10.20502/rbg.v17i3.854>
- Oliveira, L. R. de, Vital, S. R. de O., & Moura, C. M. da S. (2024). Erosão costeira: um estudo bibliométrico acerca do processo erosivo em falésias. *Entre-Lugar*, 15(29), 243–267. <https://doi.org/10.30612/rel.v15i29.18258>
- Pagán, J. I., López, I., Bañón, L., & Aragonés, L. (2020). Consequences of anthropic actions in Cullera Bay (Spain). *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(4), 240. <https://www.mdpi.com/2077-1312/8/4/240>
- Pinheiro, M. K. da R., Cunha, C. de L. da N., Luz, T. E. B., & Scudelari, A. C. (2021). Renovação das águas no complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba (Alagoas, Brasil) sob diferentes configurações de embocaduras. *Revista de Geociências do Nordeste*, 7(2), 295–306. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID24914>
- Portz, L. C., Villate-Daza, D., Bolívar-Anillo, H. J., Fontán-Bouzas, Á., Alcántara-Carrió, J., & Manzolli, R. P. (2024). Impacts of anthropogenic structures in long- and short-term shoreline evolution of Santa Marta Bay (Colombian Caribbean). *Geo-Marine Letters*, 44(2), 4. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00367-024-00768-3>
- Santos, A. N. (2010). *A dinâmica costeira e seus efeitos sobre a ocupação urbana na orla marítima do estado de Alagoas* [Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia].
- Santos Júnior, J. F. dos, Araujo, E. M. M., & Ferreira, B. (2020). Erosão costeira no município de Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas. *Arquivos de Ciências do Mar*, 53(2), 34–42. <https://doi.org/10.32360/acmar.v53iEspecial.42690>
- Schaefer Pereira, L. S., & da Silva Farias, T. da S. (2022). Geodiversidade do município de Lucena, Paraíba, visando a geoconservação. *Boletim Paulista de Geografia*, 1(106), 20–40. <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/2250>
- Silva, B. M. F. da, Santos Júnior, O. F. dos, Freitas Neto, O. de, & Scudelari, A. C. (2020). Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Revista Geociências*, 39(2), 447–461. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v39i2.14233>
- Silva, B., Baptista, E., & Moura, L. (2022). Elementos da geodiversidade para a geoconservação do litoral do Piauí. *Revista da Academia de Ciências do Piauí*, 3(3). <https://doi.org/10.29327/261865.3.3-2>
- Silva, J. P. L. S. da, Silva, T. C. L. da, Leal Neto, J. G. dos S., Ferreira, M. E. S., & Ferreira, B. (2024). Proposta preliminar de Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) das praias urbanas de Maceió – Alagoas. In A. C. de B.

- Corrêa, D. R. de Lira, L. C. de S. Cavalcanti, O. G. da Silva, & R. S. Santos (Orgs.), *Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no Nordeste brasileiro* (pp. 340–354). Editora Itacaiúnas.
<https://editoraitacaiunas.com.br/produto/mudancas-ambientais-e-as-transformacoes-da-paisagem-no-nordeste-brasileiro/>
- Silva, T. C. L., & Ferreira, B. (2017). Levantamento dos principais aspectos da geodiversidade do município de Maceió, estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. In A. Perez Filho & R. R. Amorim (Orgs.), *Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento* (pp. 3231–3241). Instituto de Geociências – UNICAMP.
<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1978>
- Souza, C. R. de G. (2009). A erosão nas praias do estado São Paulo: causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In V. L. R. Bononi & N. A. Santos Júnior (Eds.), *Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: a síntese de um ano de conhecimento acumulado* (pp. 48–69). Instituto de Botânica – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Souza, C. R. de G., Souza Filho, P. W. M., Esteves, L. S., Vital, H., Dillenburg, S. R., Patchineelam, S. M., & Addad, J. E. (2005). Praias arenosas e erosão costeira. In C. R. de G. Souza, K. Suguio, A. M. dos S. Oliveira, & P. E. de Oliveira (Orgs.), *Quaternário do Brasil* (pp. 130–148). Holos Editora.
- Villwock, J. A., Lessa, G. C., Suguio, K., Angulo, R. J., & Dillenburg, S. R. (2005). Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In C. R. de G. Souza, K. Suguio, A. M. dos S. Oliveira, & P. E. de Oliveira (Orgs.), *Quaternário do Brasil* (pp. 94–107). Holos Editora.