



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

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



Características Morfossedimentares e Erosão Costeira na Praia Estuarina do Caripi (Barcarena, Pará) Antes e Após a Construção da Nova Orla

Leilanne Almeida Ranieri¹, Bianca Abraham de Assis Sousa², Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves³

¹ Docente do Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil. E-mail: laranieri@ufpa.br

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil. E-mail: biancabraham09@gmail.com;

³ Mestre em Geologia. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, PA, Brasil. E-mail: mm.dla.semas@gmail.com

Artigo recebido em 24/08/2024 e aceito em 19/02/2025

RESUMO

Praias estuarinas são comuns na zona costeira amazônica e alvo de ações antrópicas através da urbanização, turismo e instalações portuárias próximas. Este artigo analisou a morfossedimentação da praia estuarina do Caripi (município de Barcarena, Pará, Brasil), antes e após a construção do muro de contenção de erosão inaugurado em 2018 na praia. Pretendeu-se comparar dados topográficos coletados em 2016, com dados dos anos de 2019 e 2020, pós-construção da nova orla, além de avaliar se a erosão costeira na praia ficou efetivamente contida. Dados topográficos foram coletados em cinco perfis praias transversais à linha de costa. O perfil C5 apresentou face praias mais extensa e plana (1° de declividade; 215 m em 2016 a 111 m em 2020). O perfil C1 foi o menos extenso e mais íngreme (6° a 3° de declividade; 30 m em 2016 a 72 m em 2020). Verificou-se algumas mudanças morfológicas significativas na praia de 2016 a 2020, quanto às alterações no estado morfodinâmico praias. No perfil C3 prevalecia o estado dissipativo em 2016, passando para o estado intermediário em 2019-2020, ou seja, após a construção da nova orla com o muro de gabião, originou-se uma face praias mais íngreme na porção central da praia. Por outro lado, o perfil C1 alterou de estado reflexivo em 2016 para intermediário em 2019-2020. Constatou-se que indícios da erosão costeira persistem na praia mesmo após a construção do muro de gabião, cuja efetividade moderada parece temporária frente ao referido problema.

Palavras-chave: morfodinâmica de praia; estuário; gerenciamento costeiro; obras de proteção costeira.

Morphosedimentary Characteristics and Coastal Erosion at Caripi Estuarine Beach (Barcarena, Pará) Before and After Construction of the New Waterfront

ABSTRACT

Estuarine beaches are common in the Amazon coastal zone and are subject to anthropogenic actions, through urbanization, tourism, and nearby port facilities. This article analyzes the morphology and sedimentation of the Caripi estuarine beach (municipality of Barcarena, Pará, Brazil), before and after the construction of the erosion containment wall inaugurated in 2018 on the beach. The aim was to compare topographic data collected in 2016 with data from 2019 and 2020, after the construction of the new waterfront, and to evaluate whether coastal erosion on the beach was effectively contained. The topographic data were collected on five beach profiles cross-shore. Profile C5 had a longer and flatter beach (1° slope; 215 m in 2016 to 111 m in 2020). Profile C1 was the least extensive and deepest (6° to 3° slope; 30 m in 2016 to 72 m in 2020). There were some significant morphological changes on the beach from 2016 to 2020, regarding the change in the beach's morphodynamic state. In profile C3, the dissipative state prevailed in 2016, moving to the intermediate state in 2019-2020, that is, after the construction of the new waterfront with the gabion wall, a more specific beach face was created in the central portion of the beach. On the other hand, profile C1 changed from a reflective state in 2016 to intervention in 2019-2020. It was found that erosion persisted on the beach even after the construction of the gabion wall, whose moderate effectiveness seems temporary given the problem.

Keywords: beach morphodynamics; estuary; coastal management; coastal protection works.

Introdução

A região costeira do Estado do Pará possui uma rede fluviomarinha complexa, submetida à

macromarés, mesomarés e a fortes correntes de marés, que associadas às ondas, alto índice pluviométrico e a uma geologia diversificada,

composta por materiais pouco consolidados, proporcionam processos erosivos costeiros diferenciados (Texeira & Bandeira, 2022). A região é caracterizada por reentrâncias formadas por baías e estuários, ocorrendo inúmeras praias estuarinas. Estas praias são definidas como depósitos intermareais de areia ou cascalho retrabalhados por ondas de baixa energia, geradas localmente pelos ventos, sendo dominadas por correntes de maré (Ramos & Ranieri, 2021), ou seja, são praias sujeitas à hidrodinâmica estuarina.

Comumente, as regiões estuarinas são importantes fontes de recursos naturais que podem ser utilizadas como fonte de alimento, sustento e lazer pela população. Normalmente as grandes cidades e complexos industriais estão próximos das áreas estuarinas (Araújo Junior & Pereira, 2021), por isso eles são alvo de diversas atividades antrópicas inerentes às suas múltiplas funções à sociedade (pesca industrial e artesanal, agronegócios, navegação, setor turístico, portuário e hidroelétrico).

No âmbito das atividades industriais, tem-se registro de projetos e programas fomentados para o crescimento econômico de regiões estuarinas amazônicas, como o Programa Grande Carajás. Este foi criado com objetivo de articular ações do poder público, com investimentos de infraestrutura e indução do desenvolvimento em uma área de aproximadamente 895 mil km² (Schwartzman, 1989).

Barcarena, no estado do Pará, foi um dos municípios contemplados neste programa, estando situado no Setor Continental Estuarino da zona costeira paraense (Furtado et al., 2020). Este município é reconhecido por ter um grande complexo industrial, e possui também o maior porto industrial do estado do Pará, o Porto de Vila do Conde, que suprime as demandas das empresas ALBRAS/ALNORTE/Hydro (processadora de minérios), Pará Pigmentos/SA e Imerys Rio Capim, onde se realizam as importações e exportações de cargas de minério e movimentação de óleo combustível (Paz et al., 2011).

A praia do Caripi está situada no município de Barcarena, estando adjacente a este complexo industrial e sob influência do rio Pará. Como em diversas praias ao redor do mundo, os processos antrópicos de urbanização em sobreposição ao ambiente natural são destacados como causa principal de modificações significativas no ecossistema, desencadeando uma série de impactos capazes de pôr em risco a integridade ambiental e das próprias populações (Pavanin et al., 2016), tais como: a erosão, a diminuição da qualidade dos solos, a limitação de oferta hídrica e a alteração e

degradação da cobertura vegetal (Stanganini & Lollo, 2018).

No contexto da erosão costeira, processo de remoção de material sedimentar da linha de costa que é frequentemente acompanhado por problemas socioambientais (Lim et al, 2021), as principais consequências são os efeitos reversos, ou seja, os danos nas próprias estruturas de defesa construídas, além da perda do território habitável por propriedades comerciais e/ou habitacionais, e espaços recreativos. Essas consequências vêm gerando impactos severos na vida dos moradores da costa brasileira (Amorim et al., 2023).

Na zona costeira amazônica é possível destacar estruturas artificiais impactadas por processos erosivos, ou mesmo potencializadoras deles (Nascimento & Lima, 2010; Ranieri & El-Robrini, 2016; Braga et al., 2019; Negrão et al., 2022; Sousa & Ranieri, 2023; Araújo & Andrade, 2024; Novaes et al., 2024). São comuns nas áreas estuarinas e marítimas de cidades urbanizadas ou em processo de urbanização os empreendimentos chamados popularmente como “orlas”, por conter espaços para lazer e comércio, embora esta terminologia tenha uma conceituação mais correta de um ambiente natural: unidade geográfica delimitada pelo contato entre a terra firme e o mar (Bulhoes et al., 2016).

No sentido popular ou antrópico, é notável nas praias da região amazônica que as autoridades públicas optem pela revitalização de orlas com muros rígidos para contenção da erosão costeira, mas nem sempre são realizados todos os estudos necessários para as suas implantações, gerando resultados negativos. É necessário que se tenha o entendimento do comportamento morfodinâmico praias e as atividades humanas associadas devem ser consideradas na implantação destas obras, pois fornecem subsídios para planos de gerenciamento costeiro que se propõem a minimizar, dentre vários problemas socioambientais, os eventos erosivos de áreas afetadas pela hidrodinâmica local.

Ademais, as informações alcançadas por meio de um conjunto de levantamentos científicos são importantes nas deliberações acerca do tipo de medidas de proteção ou de obras costeiras que podem ser efetuadas para a revitalização de áreas degradadas pela erosão. Sendo assim, destaca-se a relevância em compreender as mudanças ocorridas no espaço e as implicações ambientais oriunda delas, que são imprescindíveis para alcançar o equilíbrio dos sistemas naturais e a utilização de maneira sustentável dos seus recursos (Rosa et al., 2017).

Neste sentido, justifica-se a importância do estudo da morfossedimentação na praia do Caripi,

onde foi finalizado no ano de 2018 um muro de gabiões com cerca de 800 m contíguos à linha de costa. Segundo Santa et al. (2022), os muros de contenção ou arrimo em gabiões são estruturas à gravidade que trabalham em função do seu próprio peso, contendo elementos modulares, confeccionados utilizando telas metálicas. Dentre algumas das vantagens dos muros de gabiões estão: o não envolvimento de concretos e argamassas (construção predominantemente seca), a flexibilidade e sua permeabilidade. As desvantagens são de que eles são menos econômicos que os muros de arrimo tradicionais (como de concreto ciclópico) e, a durabilidade, se sua estrutura for executada incorretamente (Cruz & Braghim, 2016): quando há falta de um sistema de drenagem adequado na contenção.

A construção do muro de gabiões na praia do Caripi foi acompanhada pela revitalização de sua orla, com implantação de calçadas, quiosques, píer e pavimentação asfáltica, tendo a finalidade de amenizar problemas relacionados a erosão nessa praia, coibir a força da maré, além de estimular o turismo e o comércio.

A hipótese desta pesquisa foi de que a obra iria conter a erosão e o avanço da praia em direção ao continente de maneira temporária, pois a implantação do muro de gabiões sobre a zona de espriamento de ondas implicaria no acréscimo do depósito arenoso sobre ele em curto período. Sendo assim, o objetivo deste artigo foi de analisar a morfoossedimentação da praia do Caripi (Barcarena-PA) antes e após a obra de contenção de erosão, comparando perfis topográficos de praia já realizados em 2016 com os feitos nos anos de 2019 e 2020.

Material e Métodos

Área de Estudo - O município de Barcarena (Figura 1) está localizado na mesorregião metropolitana de Belém (Piratoba et al., 2017), sob influência do estuário do rio Pará (Paz et al., 2011). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), o município possui aproximadamente 1.310,338 km² e sua população estimada em cerca de 126.650 habitantes.

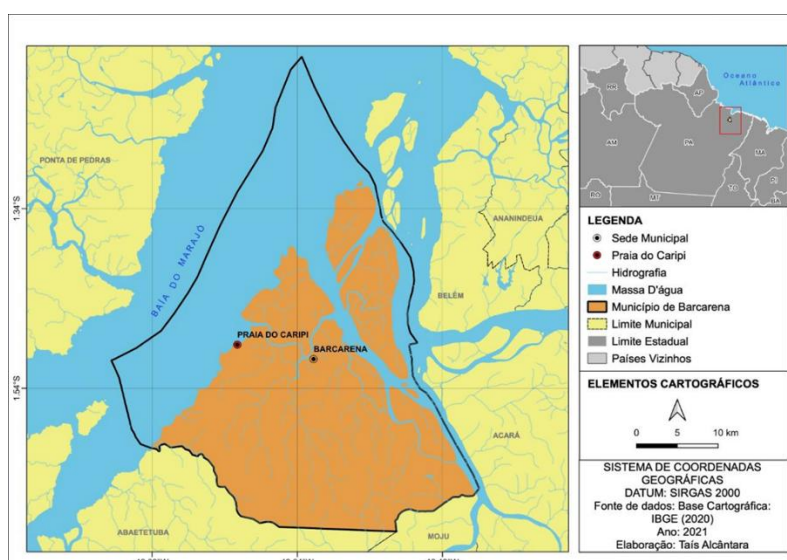


Figura 1. Mapa de localização do município de Barcarena/PA e a praia do Caripi.

Barcarena limita-se ao Norte com a Baía de Guajará e a cidade de Belém, ao Sul faz fronteira com os Municípios de Abaetetuba e Moju, a Leste com a Baía de Guajará e o Município de Acará e a Oeste pela Baía do Marajó (Piratoba et al., 2017). O acesso ao município pode ser realizado por via terrestre através da rodovia Alça Viária ou por via fluvial (barco, lancha ou balsa) em percurso de menos de 2h da capital paraense.

A costa paraense é dominada por um clima tropical úmido, influenciado pela Zona de Convergência Intertropical. Apresenta elevada

precipitação pluviométrica, com média anual entre 2.400 e 3.330 mm, em que os meses de dezembro a maio compreende a estação chuvosa e, de junho a novembro, a estação menos chuvosa. A temperatura média anual é de 26 °C, e a umidade relativa do ar é acima de 80% (Moraes et al., 2005).

A vegetação da área de estudo é caracterizada como tropical de Floresta Densa nas áreas elevadas; vegetação de Várzeas típicas de áreas inundáveis e Floresta Secundária (Ribeiro et al., 2013). A geologia do município é pouco variável, constituída por sedimentos do Terciário

(Formação Barreiras) e do Quaternário. Os primeiros estão presentes, sobretudo, na porção continental do município, enquanto trechos de depósitos do Quaternário estão nas margens dos rios, constituindo a porção insular do município, onde predominam sobre a sedimentação da Formação Barreiras (Sousa, 2018).

Quanto aos aspectos oceanográficos, as marés exercem uma função extremamente importante no transporte de sedimentos. No estuário do rio Pará, onde se localiza a praia do Caripi, o fluxo hídrico não é unidirecional, uma vez que esta zona está sob influência de um regime semidiurno de mesomaré (2 a 4 m de amplitude) que ocorre ao longo de todo o estuário, originando fluxos bidirecionais (Prestes et al., 2017). Este estuário é um componente da rede hidrográfica amazônica no norte do Brasil, com mais de 350 km de extensão. Ele não possui uma nascente própria, mas recebe aporte fluvial do Rio Amazonas através de pequenos canais conhecidos como Estreitos de Breves, a sudoeste da Ilha do Marajó (Prestes et al., 2020).

Sobre os aspectos socioeconômicos, a praia do Caripi, localiza-se em uma área de

influência direta de instalações portuárias (Paz et al., 2011), sendo o setor de indústria o maior responsável por impulsionar o PIB do município. Devido sua importância socioeconômica, as atividades antrópicas e investimentos em infraestrutura são crescentes no local. A exemplo da nova orla da praia do Caripi (Figura 2a, 2b e 2c), que foi finalizada em 2018, e que conta com a construção de muros de gabiões, que são confeccionados utilizando telas metálicas preenchidas com pedras, para conter o efeito da maré em áreas afetadas por elas (Souza, 2008), permitindo a passagem de sedimento e água e, consequentemente, a permeabilidade da estrutura e resistência dela.

Ao longo de toda a extensão da praia encontra-se essa estrutura que apesar de eficiente, está localizada na zona de espraiamento de ondas, prejudicando a dinâmica natural do ambiente. Também foi construído um píer transversal à praia (Figura 2d) para uso turístico localizado próximo à principal via de acesso à praia, além de escadas para acesso à mesma em toda sua extensão.



Figura 2. Nova orla da praia do Caripi. Calçada (A, B) com muro de gabião (C); e píer para embarcações e passeios (D). Fonte: Registros feitos pela autora.

Coleta de dados - Foram realizadas duas campanhas de campo em dois anos consecutivos (setembro de 2019 e novembro de 2020), visando a coleta de dados topográficos da praia em tempo regular para avaliar a efetividade da obra de proteção costeira e, para obtenção de demais informações complementares a respeito da construção da nova orla (observações visuais da evolução local e aplicação de check-list de indicadores de erosão). Adicionalmente, uma

terceira análise observacional foi realizada em janeiro de 2021, para nova avaliação do estado da

praia frente a estabilidade ou instabilidade costeira.

Para esta pesquisa foram realizados cinco perfis topográficos/transectos perpendiculares à linha de costa da praia do Caripi (Figura 3), durante situação de baixa-mar de sizígia, havendo um ponto fixo de saída de cada perfil a partir do pós-

praia, seguindo-se até a linha de baixa-mar de sizígia. A localização dos perfis foi a mesma de Sousa (2018), a fim de traçar os dados comparativos com o ano de 2016 (antes da construção do muro de gabões), para a observação de alterações no ambiente praial.

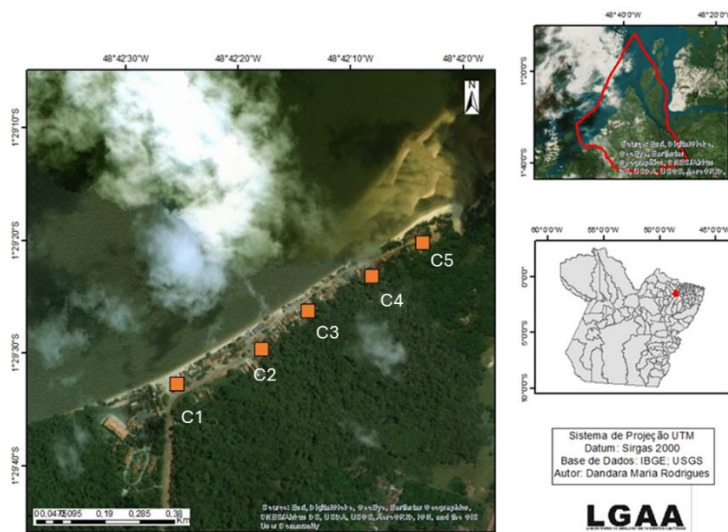


Figura 3. Mapa de localização dos pontos iniciais dos perfis realizados na Praia do Caripi. Fonte: Elaborado pelos autores.

O levantamento topográfico foi executado com o auxílio de uma Estação Total RUIDE RTS-822R³, cedida pelo Laboratório de Geologia de Ambientes Aquáticos (LGAA) da Universidade Federal Rural da Amazônia. Este equipamento possui uma mira telescópica eletrônica a laser, apoiada em um tripé, que interagiu com três

prismas refletores fixados em bastões de aço de 2m de altura, visando a execução da leitura dos dados. O procedimento metodológico ocorreu da seguinte forma: uma pessoa ficou responsável pela operação da estação total, enquanto as outras três conduziram os prismas nos pontos de visada ao longo dos transectos (Figura 4).



Figura 4. Equipamento utilizado para o levantamento topográfico: Estação Total, modelo RUIDE RTS-822R³ (A). Posicionamento dos três prismas para leitura dos dados pela Estação Total (B). Fonte: Registro feito pelos autores.

Além do levantamento topográfico realizado para ilustrar a morfologia local, observações visuais para a verificação de ocorrência de erosão e risco costeiro também foram feitas com o intuito de analisar a persistência do problema erosivo que deu origem a construção da nova orla do Caripi.

Para este trabalho foi utilizado um check-list com os indicadores de erosão costeira proposto por Bush et al. (1999), adaptado para região estuarina, considerando as feições morfológicas e as estruturas geológicas local. Desta forma, os critérios foram analisados e agrupados em três categorias, como descrito abaixo.

● Erosão severa => 1 - escarpas ativas por ondas em falésias; 2- presença de afloramentos rochosos; 3 - canais de escoamento/escavações naturais na zona de espraçamento; 4 - ausência de vegetação; 5 - obras de engenharia costeira presentes na praia; 6 - escarpamento do pós-praia ou com acúmulo de areia; 7 - presença de infraestruturas urbanas danificadas;

● Erosão moderada => 8 – falésias pouco escarpadas ou rompidas; 9 - depósitos de talús/fragmentos vegetais; 10 - troncos de árvores expostos na praia; 11 - praia estreita ou somente com área coberta por espraçamento de ondas; 12 - presença de leques de transposição e escorrimento, aberturas artificiais (como dutos/plataformas de passagem); 13 - vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa;

● Acreção ou estabilidade ao longo do tempo => 14 - cristas de praia robusta e vegetada; 15 - escarpa vegetada com rampa estável; 16 - praia larga e/ou berma bem desenvolvido; 17 - ausência de leque de transposição e escorrimento; e 18 - vegetação bem desenvolvida desde florestas interna, arbustos vegetais e grama pioneira de praia.

A posição das construções na linha de costa foi utilizada como parâmetro para o estudo do

nível de risco costeiro, utilizando-se adicionalmente os resultados obtidos dos indicativos de erosão acima. Sendo assim: (1) risco acentuado, os locais com erosão severa e ocupação humana densa muito próxima da praia; (2) risco efetivo, os locais com erosão e ocupação humana de baixa densidade, próxima da praia; (3) risco iminente, os locais com estabilidade costeira e ocupação humana densa ou de baixa densidade, muito próxima da praia; e (3) sem risco iminente, os locais com acreção ou estabilidade costeira e ocupação humana de baixa densidade, distante da praia.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo Decreto nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004, quanto ao recuo das linhas de costa: orlas/costas naturais são aquelas com construções que tenham recuos de mais de 200 metros, orlas/costas em processo de urbanização ou urbanização consolidada são aquelas com construções que tenham recuos de menos de 50 metros; e mais de 50 metros.

Desta forma, para caracterizar a ocupação do pós-praia foi utilizado os critérios deste decreto federal quanto ao posicionamento das construções em relação à linha de costa, sendo definidas três situações (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação usada para caracterizar a ocupação do pós-praia.

Posicionamento das construções – Classificação	
Distante	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a mais de 200 m.
Próximo	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a mais de 50 m.
Muito próximo	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a menos de 50m.

Na avaliação do grau de danos (Quadro 2), adaptado de Lins-de-Barros (2005), foram identificadas as perdas paisagísticas naturais e

antrópicas na praia em decorrência da vulnerabilidade física à erosão.

Quadro 2. Descrição do grau de danos oriundos da erosão costeira.

Grau de Danos	Descrição
Ausente	Segmentos sem danos as construções.
Fraco	Danos muito pequenos de acesso as casas e quiosques, alagamentos sem destruição ou pequena destruição na margem do rio anterior a pista.
Moderado	Destruição parcial da orla dificultando a circulação de pessoas e acesso à praia e calçadões.

Forte	Destruição parcial de avenidas, dos muros, casas e quiosques.
Muito Forte	Destruição total ou de grande parte dos quiosques, muros, casas e avenidas.

Análise de Dados - Nesta etapa de análise, os dados topográficos foram processados pelo software GRAPHER 19, onde plotou-se os mesmos para permitir a representação gráfica dos perfis de praia. Os gráficos foram então comparados aos dados topográficos anteriores (ano 2016) de Sousa (2018) e analisadas as mudanças morfossedimentares ocorridas com a construção da

da nova orla da praia do Caripi.

A classificação morfodinâmica de praia utilizada nesta pesquisa foi baseada no modelo sintetizado por Sazaki (1980), que leva em consideração as características ambientais principais das praias (Quadro 3), sendo o parâmetro de principal referência, a declividade média (β).

Quadro 3. Características dos estados morfodinâmicos de praias. Fonte: Sazaki (1980).

PARÂMETROS	Dissipativo	Intermediário	Reflexivo
Ondas			
Tipo de quebra	Deslizante	Deslizante/mergulhante	Mergulhante/frontal
Nº de quebras	>3	1-3	1
Refletividade	Baixa	-	Alta
Nível relativo de energia	Alto	Médio	Baixo
Ângulo de incidência	Normal à costa	Médio (0-10°)	Oblíquo (10-45°)
Correntes			
Horizontais	Grandes giros	Pequenos giros	Unidirecional
Costa afora	Correntes de retorno intensas	Correntes de retorno médias	Fluxo rumo sotamar
Morfologia			
Barras	Múltiplas, paralelas	Em crescente	Sem barras
Declividade média	<2°	2-4°	>4°
Cúspides e irregularidades da linha de costa	Embaixamentos rítmicos/aperiódicos	Cúspides de surfe	Cúspides de espraçamento
Perfil praial	Plano	Transicional (berma)	Em degraus (berma)
Transporte de Sedimentos			
Longitudinal	Baixo	Médio	Alto
Costa-adentro/costa-afora	Alto	Médio	Baixo
Modo dominante	Suspensão	Misto	Carga de fundo
Granulometria	Fina	Média	Grossa
Atividade eólica	Alta	Média	Baixa

A declividade da face praial (β), expressa em graus, é obtida através de cálculo trigonométrico, conforme a seguinte fórmula:

$$\tan\beta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}.$$

Onde o cateto oposto corresponde à altura do relevo e o cateto adjacente corresponde à distância entre o máximo e o mínimo valor registrado no perfil topográfico.

Resultados e discussão

Vulnerabilidade à erosão costeira - A partir dos registros apresentados por Sousa (2018) é possível traçar um comparativo entre a situação da praia do Caripi antes e após a construção da nova orla. A região apresentava grande impacto de erosão, evidenciado pela destruição de

construções, tombamento de árvores e diminuição do pós-praia, antes da revitalização da orla do Caripi (Figura 5a e 5c). Dentre os indicadores de erosão costeira listados por Bush et al. (1999), verificava-se indícios tanto de Erosão Severa (3 - canais de escoamento/escavações naturais na zona de espraçamento, 6 - pós-praia com acúmulo de areia, 7 - presença de infraestruturas urbanas danificadas); como de Erosão moderada (9 - depósitos de talús/fragmentos vegetais, 10 - troncos de árvores expostos na praia, 11 - praia estreita ou somente com área coberta por espraçamento de ondas, 12 - presença de leques de transposição e escorrimento, 13 - vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa).

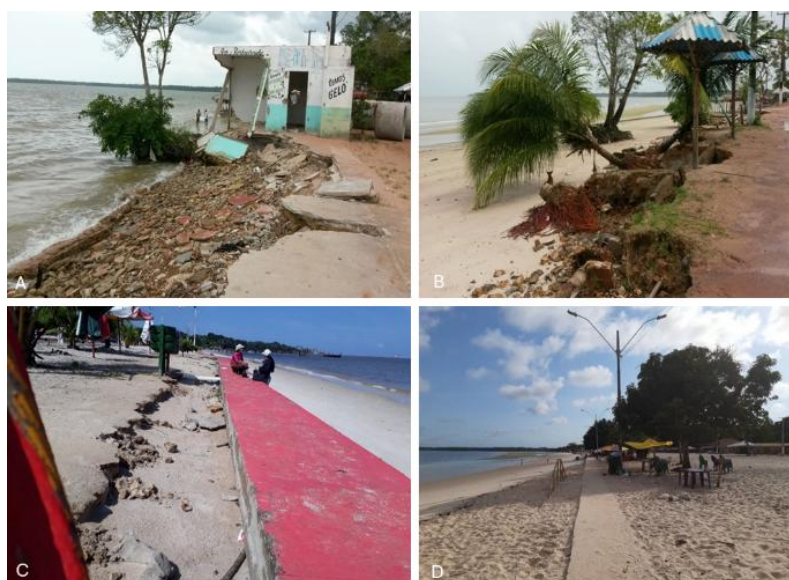


Figura 5. Danos provocados pela erosão costeira em 2016, antes da construção da nova orla: rupturas em calçada e quiosque (A); destruição parcial da via com tombamento de vegetação na margem (B). Danos provocados pela erosão costeira em 2019 e 2020: enfraquecimento reverso da calçada, após o muro de gabião (C); avanço de areia da praia para o pós-praia (soterramento do muro) (D). Fonte: Registros pelos autores da pesquisa.

Nos anos de 2019 e 2020 foram identificados ainda alguns indicadores de Erosão Severa (5 - obras de engenharia costeira presentes na praia, 6 - pós-praia com acúmulo de areia, 7 - presença de edificações e infraestruturas urbanas danificadas), mas principalmente Erosão Moderada (9 - depósitos de talús/fragmentos vegetais, 11 - praia estreita ou somente com área coberta por espraiamento de ondas, 12 - presença de leques de transposição e escorrimento, aberturas artificiais como dutos/plataformas de passagem).

Sendo assim, após a construção da orla do Caripi foram observados menores indícios de erosão costeira na praia (Figura 5c e 5d), como era esperado, mostrando certa efetividade da obra inaugurada em 2018.

Segundo Nascimento & Lima (2010), nos casos em que o ambiente apresenta algum tipo de problema ambiental ou de infraestrutura, como oriundo da erosão costeira, são necessárias intervenções físicas, mesmo de forma temporária, para conciliar o funcionamento dos processos naturais e antrópicos ali presentes. É preciso uma organização do uso da terra, de forma a conciliar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida da população (Silva et al., 2016), em consonância com uma gestão costeira integrada.

Segundo Lim et al. (2021) e Confessor et al. (2022), nesta gestão há duas medidas de proteção costeira à erosão, sendo: (1) prevenção, as medidas voltadas para evitar os impactos da erosão

costeira, estabelecendo uma faixa de proteção destinada a absorver o recuo da linha da costa, adaptando os moradores para conviver com as especificidades do meio em que vivem; e as (2) medidas mitigadoras, que englobam, por exemplo, as construções de estruturas rígidas na área praial com o objetivo de estabilizar a linha de costa. É o caso da intervenção feita na praia do Caripi.

Em áreas com expansão de ocupação humana, especialmente com urbanização consolidada, é comum e necessário a implantação de obras de proteção costeira, sejam elas de estrutura rígida ou passiva, preferencialmente. A primeira é constituída de material maciço (rocha, concreto, bolsas de areia) (Paula, 2015), e a segunda induz o reestabelecimento natural pelo próprio ambiente – alimentação artificial ou induzida, classificada na literatura como obras leves (soft) em detrimento das obras de engenharia que envolvem rochas/concreto (obras rígidas, pesadas, hard) (Biancini et al., 2024). Em todos os casos as intervenções na linha de costa devem ser precedidas de protocolos que assegurem sua efetividade e longevidade.

Amorim et al. (2023) investigaram sobre a viabilidade técnica-econômica de seis tipos de estruturas/métodos de contenção costeira, e constaram que as obras de engenharia rígida paralelas à linha de costa apresentam o menor custo, curto à médio prazo de execução e durabilidade média à longa.

A durabilidade da obra na praia do Caripi é questionável, devido ao fato de que após um ano da inauguração da nova orla já foi possível observar alguns danos no muro de gabiões provocados pelo avanço da maré alta na área

(Figura 6), como o desgaste e retirada de sedimentos reverso à calçada construída ao longo da orla (ano de 2019) e o soterramento de depósitos sedimentares de praia sobre a orla, ultrapassando o muro de gabiões (ano de 2020) (Figura 5c e 5d).



Figura 6. Ilustrações do efeito da maré alta nos meios de passagem de pedestres à praia (A) e no muro de gabião (B). Fonte: Registro feito pelos autores.

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa foi identificado que o avanço da erosão na praia do Caripi foi reduzido em comparação ao progresso da erosão estudada anteriormente por Sousa (2018), pois o muro de gabiões construído na linha de costa permitiu este estado atual. Contudo, não representou uma solução de longo prazo para a erosão e risco costeiro, já que a implantação da nova orla tem indicativo de uma estabilidade costeira temporária, com iminência de ser afetada pelas preamares extremas anuais, como as marés equinociais do mês mais chuvoso (março), se não houver manutenção periódica sobre a estrutura implantada. Ou seja, ainda é um local vulnerável à erosão, mas atualmente com

baixo grau de danos e com risco costeiro efetivo (Quadro 4).

Segundo Cruz & Braghim (2016), os muros gabiões podem suportar os desgastes naturais ao longo dos anos, desde que sua estrutura seja executada corretamente. Embora eles tenham custo mais elevado que outros muros de arrimo rígidos, e não flexíveis, apresentam como fator favorável sua possível movimentação durante recuperações no local instalado. Os referidos autores destacam que este tipo de muro permite com que a estrutura sofra remanejamento acompanhando o recalque ou acomodações do terreno sem prejuízo da sua eficiência.

Quadro 4. Características da praia do Caripi quanto à vulnerabilidade à erosão, grau de risco e danos (anos de 2019 e 2020).

Perfil	Categoria de Erosão	Posição das construções	Condição de risco	Grau de danos
C1	Erosão moderada (+)/ severa(-)	Muito Próximo	Efetivo	Baixo
C2	Erosão moderada (+)/ severa(-)	Muito Próximo	Efetivo	Baixo
C3	Erosão moderada (+)/ severa(-)	Muito Próximo	Efetivo	Baixo
C4	Erosão moderada	Muito Próximo	Efetivo	Baixo
C5	Erosão moderada	Muito Próximo	Efetivo	Baixo

Em relação à persistência do risco de erosão, destaca-se que o risco está diretamente relacionado a existência de ocupação humana próxima de uma área suscetível que está sendo estudada, mesmo que o nível de vulnerabilidade à erosão nesta área seja baixo. Ou seja, é compreendido como a probabilidade de ocorrerem impactos negativos diretos ou indiretos causados

por fenômenos considerados perigosos ao homem ou seus bens (Lins-de-Barros, 2018).

Em Caripi, a ocupação humana muito próxima à praia contribui para a suscetibilidade de danos provocados pela erosão, estando a população submetida a riscos moderados devido à redução atual dos processos erosivos.

Apesar da iminência da erosão costeira se agravar novamente na praia, em virtude da construção do muro de gabiões diretamente sobre a zona de intermaré da praia e, do atual avanço dela sobre a orla, ficou claro também benefícios que a obra trouxe para o turismo e população local.

A construção da nova orla foi acompanhada pela implantação de outras

estruturas, não apenas o muro de gabiões, mas também praças com incentivo à coleta seletiva, via pavimentada, calçadas com acessibilidade, placas de sinalização e revitalização do píer da praia (Figura 7).



Figura 7. Nova orla do Caripi: praças (A), via pavimentada, calçada com acessibilidade (B), placas de sinalização (C) e revitalização do píer da praia (D). Fonte: Registro feito pelos autores.

Mudanças morfológicas na praia - As mudanças morfológicas na praia do Caripi foram avaliadas considerando a condição anterior à implantação do muro de arrimo sobre a face praial (ano de 2016), por Souza (2018) e, cerca de um ano após a sua construção (anos de 2019 e 2020). Dados topográficos medidos na praia mostraram variações significativas na morfossedimentação praial.

O primeiro ponto de coleta na praia do Caripi (perfil C1) está localizado na entrada da praia, onde atualmente está instalado o píer construído pela prefeitura (Figura 2d). A área é caracterizada pela extensa calçada e curta faixa de areia tendo 30m de faixa praial em 2016 e 72m em 2020 (Figura 8). Em 2016, a área sofreu grande impacto da erosão destruindo as construções próximas do local, sendo o perfil que sofreu maior alteração visual após a construção da orla.

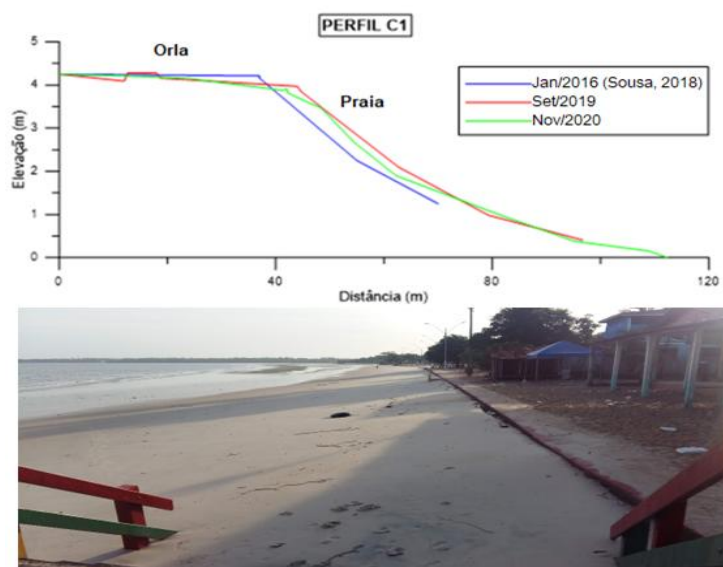


Figura 8. Morfologia do Perfil C1 antes (ano de 2016) e depois da construção do muro de gabião (anos de 2019 e 2020).

Verificou-se algumas mudanças morfológicas significativas na praia de 2016 a 2020, relacionadas às questões de alteração do estado morfodinâmico praial, passando do estágio

reflexivo (2016) para intermediário (2019/2020), com declive da face praial reduzido atualmente (Quadro 5). Em 2020 é possível observar o avanço dos sedimentos sobre o muro de gabião e calçada.

Quadro 5. Declividade da face praial e estado morfodinâmico identificado para os cinco perfis de praia estudados.

PERFIL	DECLIVIDADE (°)			ESTADO MORFODINÂMICO		
	2016	2019	2020	2016	2019	2020
C1	6	4	3	Reflexivo	Intermediário	Intermediário
C2	2	3	2	Intermediário	Intermediário	Intermediário
C3	1	4	3	Dissipativo	Intermediário	Intermediário
C4	1	1	1	Dissipativo	Dissipativo	Dissipativo
C5	1	1	1	Dissipativo	Dissipativo	Dissipativo

Os perfis C2, C3 e C4 são localizados na porção central da praia. Eram perfis que também passavam por forte processo erosivo anteriormente, ameaçando o calçamento. No perfil

C2 (Figura 9) observou-se estabilidade costeira, mantendo-se o estado morfodinâmico intermediário e declive moderado da face praial (Quadro 5).

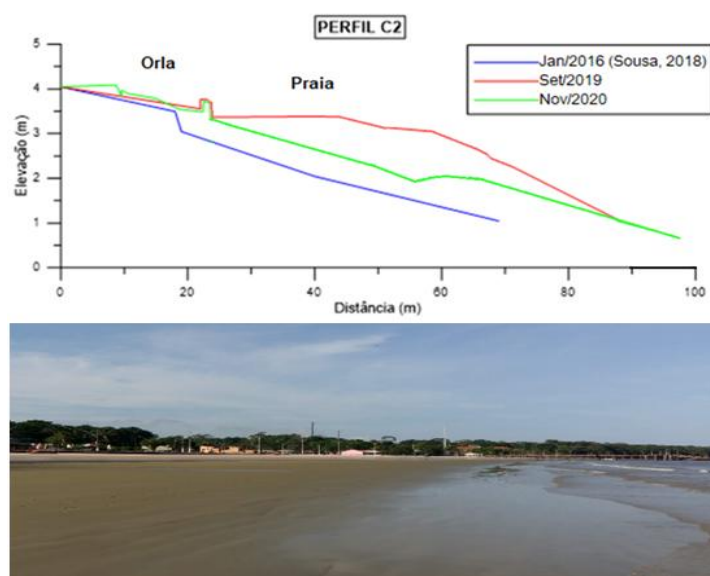


Figura 9. Morfologia do Perfil C2 antes (ano de 2016) e depois da construção do muro de gabião (anos de 2019 e 2020).

Os pontos C3 e C4 são os de maior impacto quanto ao grau de risco a população, devido à grande presença de construções, especialmente barracas, restaurantes, bares no pós-praia. A área passou por diversas tentativas de contenção de erosão em 2016 por parte dos moradores, como a construção de bolsões de areia, enrocamentos, barreiras de madeiras/estacas (Sousa, 2018).

No perfil C3 prevalecia o estado dissipativo em 2016, passando a ter um acréscimo no gradiente topográfico em 2019-2020, ou seja, após a construção da nova orla com o muro de gabião, originou-se uma face praial mais íngreme (3° a 4°), contudo ainda enquadrada no estágio intermediário de praia (Quadro 5). Neste perfil também é possível notar um acúmulo de areia que

avançou da praia para o pós-praia em 2020 (Figura 10). Foi o perfil que apresentou redução significativa de sua largura na face praial, de 98 m em 2016 a 40 m em 2020.

Albuquerque et al (2009) entendem que baixos valores de variação da largura praial indicam baixa mobilidade da praia, enquanto altos valores evidenciam alta mobilidade ou uma praia móvel. Logo, está associado com a susceptibilidade de eventos acrecionais ou erosivos. Sendo o último a condição para esta porção da praia.

Já no perfil C4 (Figura 11) obteve-se uma morfologia com calhas rasas, um declive de face praial plano (1°), característico de estado dissipativo que permaneceu de 2016 a 2020.

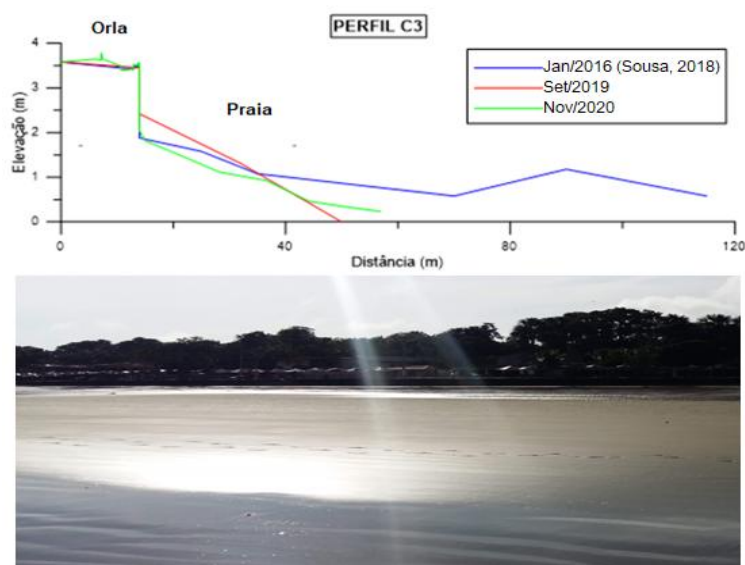


Figura 10. Morfologia do Perfil C3 antes (ano de 2016) e depois da construção do muro de gabião (anos de 2019 e 2020).

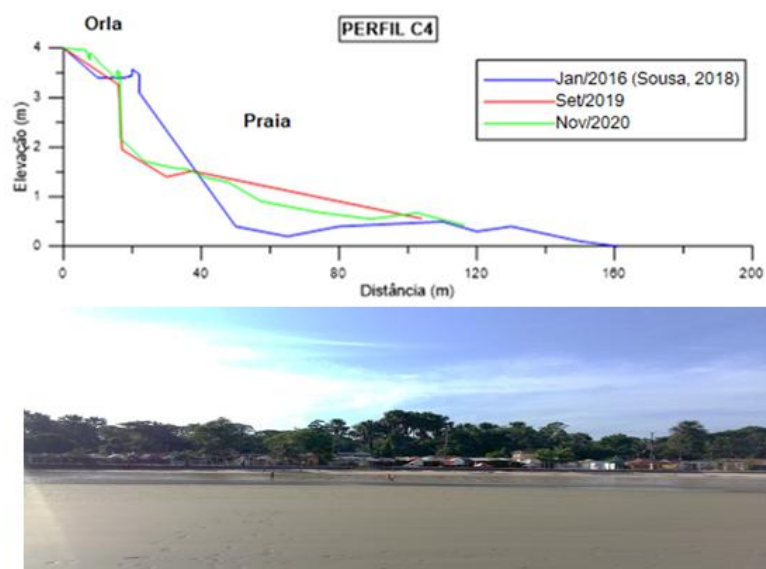


Figura 11. Morfologia do Perfil C4 antes (ano de 2016) e depois da construção do muro de gabião (anos de 2019 e 2020).

O perfil C5 está próximo de um canal fluvial que deságua no extremo norte da praia, possui maior presença de vegetação e é o perfil mais extenso e plano (dissipativo), contudo apresentando canais/calhas mais profundos e

grande variação topográfica desde o ano de 2016 (Figura 12). Ou seja, sua evolução é mantida pela hidrodinâmica do canal fluvial que deságua neste perfil.

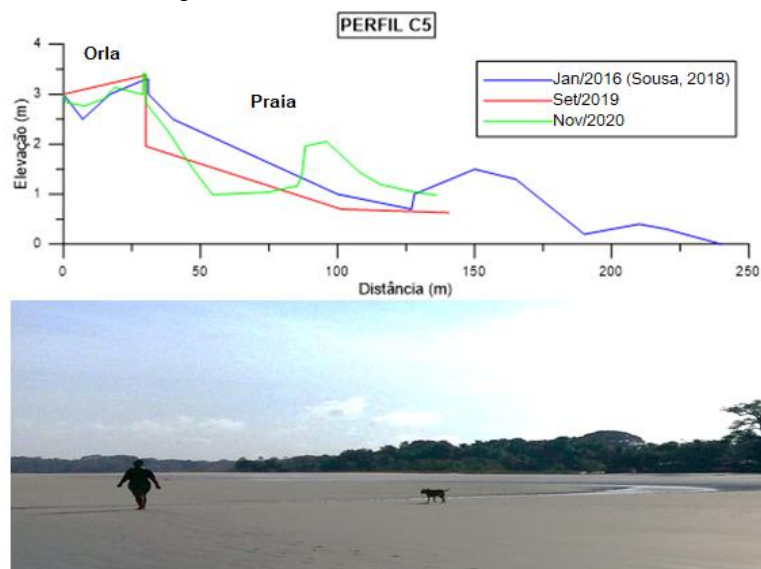


Figura 12. Morfologia do Perfil C5 antes (ano de 2016) e depois da construção do muro de gabião (anos de 2019 e 2020).

A praia do Caripi apresentou até o ano de 2020 (pós-construção da orla), estado morfodinâmico intermediário (setor sul: C1 e C2, e central: C3) a dissipativo (setor norte: C4 e C5) (anos de 2019 e 2020), levando-se em consideração especialmente o grau de declividade. Sendo assim, a praia é caracterizada por ter médio e baixo declive topográfico, e com presença de bancos e calhas (perfil C4 e C5). Ramos & Ranieri (2021) e Sousa & Ranieri (2023) também encontraram

estado morfodinâmico intermediário predominante em outras praias estuarinas no rio Pará (Marahú, na Ilha de Mosqueiro e Praia Grande, na Ilha do Marajó, respectivamente). Sendo indicativo do retrabalhamento de sedimentos moderadamente selecionados de praias que bordejam o tabuleiro costeiro que se estende no setor continental estuarino do Pará.

Conclusão

A partir dos dados apresentados e das observações na área de estudo foi possível concluir que a construção da nova orla da praia do Caripi minimizou significativamente os danos causados pela erosão, confirmando-se a hipótese de que o muro de gabião na praia reduziria o processo erosivo ao qual ela vinha sendo submetida. Contudo, apresenta uma estabilidade temporária, pois a implantação da estrutura sobre a zona de espraiamento de ondas compromete sua durabilidade, sendo possível observar em dois anos após a obra o seu soterramento parcial em alguns pontos e, a permanência de uma vulnerabilidade e risco moderado à erosão.

É importante ressaltar que apesar do muro de gabião reduzir o avanço da erosão na praia, ela tem sofrido importantes variações morfológicas, ficando com topografia mais íngreme na parte central e menor largura na porção sul, além do avanço da areia para o pós-praia, que compromete a construção.

A escolha do uso de gabiões para o muro de contenção de erosão na praia do Caripi foi assertiva uma vez que ele permite a permeabilidade do fluxo de água. Porém, a sua posição em zona de forte ação da maré e ondas e, o consequente avanço de areia para o pós-praia, apontam que a estrutura pode não apresentar grande durabilidade devido ao acúmulo excessivo de água e sedimentos nela, podendo ser necessário seu acompanhamento mais frequente, manutenção e adequação em curto período, conforme evolução dos processos físicos na praia.

Para além de questões ambientais e os impactos do empreendimento na praia, a nova orla da praia do Caripi foi motivada pelo detrimento socioeconômico oriundo dos danos da erosão que refletia no cotidiano dos moradores e comerciantes locais. Atualmente a praia apresenta uma melhor estrutura turística, favorecendo positivamente as famílias que têm sua renda retirada do turismo local. Ou seja, foi benéfica para a região no sentido econômico e social.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade Federal do Pará e o Laboratório de Geologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Referências

Albuquerque, M.G., Calliari, L.J., Corrêa, I.C.S., & Pinheiro, L.S. (2009). Morfodinâmica da Praia do Futuro, Fortaleza-CE: uma síntese de dois anos de estudo. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 1(2), 49-57.

<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/58340>

- Amorim, E.S., Alves, G.C., Silva, R.G.P., Sampaio, G.M., Dantas, P.H., Teles, J.V.A., Lafayette, K.P.V, & Bezerra, J.S. (2023). Análise da viabilidade técnica-econômica das estruturas de contenção à erosão costeira. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 23(2), 177-189. <https://doi.org/10.5894/rgci-n553>
- Araújo, M., & Andrade, M.M.N. (2024). Análise de medidas estruturais de mitigação à erosão costeira no município de Belém, Pará, Brasil. *Territorium (Coimbra)*, 31, p. 59-71. https://doi.org/10.14195/1647-7723_31-1_5
- Araújo Júnior, J.C.M., & Pereira, R. (2021). Evolução da contaminação por metais pesados em sedimentos em área estuarina do rio Capibaribe: uma revisão. *Revista de Geografia*, 38, 236-253. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2021.248266>
- Biancini, A., Barboza, E. G., Bitencourt, V. J. B. de, & Klein, A. P. (2024). O Licenciamento Ambiental e a Atividade de Alimentação Artificial de Praias: Canasvieiras e Ingleses – Ilha de Santa Catarina. *Pesquisas Em Geociências*, 51(1), e136654. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.136654>
- Braga, R., Pimentel, M., Coelho, C., Szlafsztein, C., & Rollnic, M. (2019). Vulnerabilidade diante da ação energética do mar: Estudo de caso no Município de Salinópolis, Zona Costeira Amazônica, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 19(4), 245-264. <https://doi.org/10.5894/rgci-n219>
- Bulhoes, E.M.R., Klotz, S.K.V., Mota, I.S.A., Tavares, T.C., Sanguêdo, J.B., & Cidade, C.A.S. (2016). Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima. A Experiência do Município de Campos dos Goytacazes, Rio De Janeiro, Brasil. *Sociedade & Natureza*, 28(2), 285-300. <https://doi.org/10.1590/1982-451320160208>
- Bush, D.M., Neal, W.J., Young, R.S., & Pilkey, O.H. (1999). Utilization of geoinicators for rapid assessment of coastal hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management*, 42(8), 647-670. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00027-7)
- Confessor, J.G., Silva, L.E.U., & Araújo, P.M.S. (2022). Avaliação das Perdas de Água e Solo em Pastagens do Cerrado Brasileiro Utilizando Chuvas Simuladas. *Sociedade &*

- Natureza*, 34(1). <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65618>
- Cruz, L.B., & Braghin, M.F.L. (2016). Estudo da utilização da estrutura de contenção tipo gabião. *Colloquium Exactarum*, 8(4), 33-39. <https://doi.org/10.5747/ce.2016.v08.n4.e174>
- Furtado, L., Morales, G., da Silva, D., & Pontes, A. (2020). Transformações do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Murucupi, Barcarena, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(5), 2340-2354. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2340-2354>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Cidades e Estados. Barcarena. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/panorama>.
- Lim, C., Kim, T.K., Lee, S., Yeon, Y.J., & Lee, J.L. (2021). *Natural Hazards Earth System Sciences*, 21, 3827-3842. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-3827-2021>
- Lins-de-Barros, F.M. (2005). Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá - Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 6(2), 83-90. <https://doi.org/10.20502/rbg.v6i2.54>
- Lins-de-Barros, F.M., Klumb-Oliveira, L.A., & Lima R.F. (2018). Avaliação histórica da ocorrência de ressacas marinhas e danos associados entre os anos de 1979 e 2013 no litoral do estado do Rio de Janeiro (Brasil). *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 18, 85-102. <https://doi.org/10.5894/rjci-n146>
- Moraes, B.C., Costa, J.M., Costa, A.C.L., & Costa, M.H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta amazônica*, 35(2), 207-214. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>
- Nascimento, F.C. do, & Lima, J.J.F., (2010). Diretrizes técnicas para locação de limites edificáveis em praias. *Ambiente Construído*, 10(4), 197-218. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000400014>
- Negrão, Y.S., Sousa, H.C., & Ranieri, L.A. (2022). Vulnerabilidade à erosão costeira em praias amazônicas e a ocupação populacional em áreas de riscos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 23(2), 1264-1284. <https://doi.org/10.20502/rbg.v23i2.1951>
- Novaes, G.O., Lobo, F.C., & Ranieri, L.A. (2024). Geoindicadores de vulnerabilidade à erosão e risco costeiro em praias estuarinas da costa amazônica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 25(2), e2461. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v25i2.2461>
- Paula, D.P. (2015). Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do litoral. *Revista Rede Eletrônica do PRODEMA [online]*, 9(1), 73-86. <http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/view/306>.
- Pavanin, E.V., Chuerubim, M.L., Lázaro, B.O., & Nishiyama, L. (2016). Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia-MG. *Revista de Engenharia Civil IMED*, 3(2), 24-38. <https://doi.org/10.5216/reec.v13i2.42460>
- Paz, A.C., Frédou, F.L., & Frédou, T., (2011). Caracterização da atividade pesqueira em Vila do Conde (Barcarena, Pará), no estuário amazônico. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 6(2), 307-318. <https://doi.org/10.1590/S1981-81222011000200004>
- Piratoba, A.R.A, Ribeiro, H.M.C., & Morales, G.P. (2017). Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 12(3), 435-456. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>
- Prestes, Y.O., Silva, A.C., Rollnic, M., & Rosário, R.P. (2017). The M2 and M4 tides in the Pará River estuary. *Tropical Oceanography*, 45(1), 26-37. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v45i1.15198>
- Prestes, Y.O., Borba, T.A. C., Silva, A.C., & Rollnic, M. (2020). A discharge stationary model for the Pará-Amazon Estuarine system. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28, e100668. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100668>
- Ramos, C.C., & Ranieri, L.A. (2021). Morfologia e Sedimentação de uma Praia Estuarina Amazônica (Marahú/PA) Durante Amplitudes de Marés Distintas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(5), 2916-2930. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.5.p2916-2930>
- Ranieri, L.A., & El-Robrini, M. (2016). Condição oceanográfica, uso e ocupação da costa de Salinópolis (Setor Corvina -Atalaia), Nordeste

- do Pará, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 16(2), 133-146.
<https://doi.org/10.5894/rgci565>
- Ribeiro, E.A., Sandri, E.A., & Boêno, J.A. (2013). Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(4), 245-433.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400011>
- Rosa, E.P., Trentin, R., Dias, D.F., & Santos, V.S. (2017). Mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Jaguari-RS, In A. Perez Filho, A., & R.R. Amorim (Orgs.), *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. Unicamp. (Vol. 1, pp. 6890-6894).
<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/index>
- Santa, L.O.R., Castanheira Neto, P.P., Silva, F., & Pires, R.C.S. (2022). Estabilidade de encostas utilizando muro de arrimo de gabião. In R.C.S. Pires, B.M. de F., F. da Silva, L. R. dos Santos, & H. P. Taboza (Orgs.), *Geotecnia: análise dos solos* (Vol. 1, n. 15, pp. 29-45). Epitaya.
<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebook/s/issue/view/63>
- Sazaki, T.O. (1980). Proceedings Of Coastal '80. ASCE 3197- 3209p.
- Schwartzman, R.A.S. (1989). Carajás Dez Anos de Impacto. *São Paulo em Perspectiva*, 3(4), 34-37.
http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v03n04/v03n04_07.pdf
- Silva, M.P., Santos, F.M., & Leal, A.C. (2016). Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Olga, UGRHI Pontal do Paranapanema–São Paulo. *Sociedade & Natureza*, 28(3), 409-428.
<https://doi.org/10.1590/1982-451320160307>
- Souza, M.A. de L. (2008). Benefícios Ambientais no Controle de Erosão Costeira com o Uso do Dissipador de Energia “Bagwall” no Litoral de Alagoas. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2), 139-148.
<https://doi.org/10.5894/rgci126>
- Sousa, B.A.A. (2018). Variações Morfológicas e Suas Implicações na Erosão Costeira da Praia do Caripi (Barcarena- Pa). [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural da Amazônia]. Repositório digital da UFRA.
<https://sigaa.ufra.edu.br/sigaa/public/biblioteca/buscaPublicaAcervo.jsf>
- Sousa, M.B. P. de, & Ranieri, L. A. (2023). Morfodinâmica de praias estuarinas da costa leste da Ilha do Marajó, Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(3), e2350.
<https://doi.org/10.20502/rbg.v24i3.2350>
- Stanganini, F.N., & Lollo, J.A. (2018). O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10, 118-128.
<https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO14>
- Texeira, S.G., & Bandeira, I.C.N. (2022). Padrões diferenciados de recuo da linha de costa e sua correlação com processos erosivos e as áreas de risco à erosão costeira no estado do Pará. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, 11(2), 50-63.
<https://www.abge.org.br/volume-11-numero-02-2021>