



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DA PRAIA DO  
CARIPI (BARCARENA/PA) ANTES E APÓS A CONSTRUÇÃO DA  
NOVA ORLA**

**Projeto apresentado por:**

**BIANCA ABRAHAM DE ASSIS SOUSA**

**Orientadora: Prof. Dra. Leilanne Almeida Ranieri (UFPA)**

---

**BELÉM – PARÁ**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE**  
**GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**BIANCA ABRAHAM DE ASSIS SOUSA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DA PRAIA DO**  
**CARIPI (BARCARENA/PA) ANTES E APÓS A CONSTRUÇÃO DA**  
**NOVA ORLA**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial  
para o título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em  
Oceanografia da Universidade Federal do Pará

Área de Concentração: Linha 2 – Avaliação e Gestão de Recursos Aquáticos

Data da defesa: 29/12/2021

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Leilane Almeida Ranieri – Orientador

Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Prof. Dr. Maamar El-Robrini

Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sury de Moura Monteiro

Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Dr. Diego de Arruda Xavier

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBDSistema de Bibliotecas  
da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)autor(a)

---

A159c ABRAHAM DE ASSIS SOUSA, BIANCA. CARACTERIZAÇÃO  
MORFOSEDIMENTAR DA PRAIA  
DO CARIPI (BARCARENA/PA) ANTES E APÓS A CONSTRUÇÃO  
DA NOVA ORLA / BIANCA ABRAHAM DEASSIS SOUSA. —  
2021.  
47 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Leilanne Almeida Ranieri Dissertação  
(Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais, Belém, 2021.

1. MORFODINÂMICA. 2. ESTUÁRIO. 3.  
GERENCIAMENTO COSTEIRO. I. Título.

---

CDD 990

## RESUMO

Praias estuarinas são caracterizadas por serem ambientes de transição entre oceano e rio que permitem depósitos de sedimentos como areia e cascalho, onde a força das ondas associadas as correntes fluviais e de marés retrabalham os sedimentos levando a um nível adicional de complexidade na morfodinâmica praial. Estas praias são comuns na zona costeira amazônica e alvo de diversas ações antrópicas através da urbanização, turismo e instalações portuárias. O trabalho realizado analisou a morfologia da praia estuarina do Caripi (município de Barcarena, Estado do Pará), no intuito de verificar as alterações em sua dinâmica sedimentar, principalmente em consequência da obra de contenção de erosão na praia inaugurada em 2018. Pretendeu-se comparar dados topográficos coletados em 2016, com dados atuais (2019 e 2020), pós-construção da nova orla, além de avaliar se a erosão costeira na praia ficou efetivamente contida, pelo menos a curto prazo. A pesquisa foi realizada pelo Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade Federal do Pará (LABOGEO/UFPA) em parceria com o Laboratório de Geologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal Rural da Amazônia (LGAA/UFRA). Foram realizados trabalhos de campo durante dois anos (setembro/2019 e novembro/2020), onde ocorreu a coleta de dados topográficos em 5 perfis praias com o uso de Estação Total, modelo RUIDE RTS-822R<sup>3</sup>. Tais dados foram comparados à pesquisa já realizada em janeiro/2016, quando não havia a construção da nova orla. O perfil praial mais extenso e plano (1° de declividade) foi o C5 (215 m de face praial em 2016 a 111 m em 2020), o menos extenso e mais íngreme (6° a 3° de declividade) foi o perfil C1 (30 m de face praial em 2016 a 72 m em 2020). Verificou-se algumas mudanças morfológicas significativas na praia de 2016 a 2020, relacionada às questões de alteração do estado morfodinâmico praial. No perfil C3, por exemplo, prevalecia o estado dissipativo em 2016, passando para o estado reflexivo em 2019-2020, ou seja, após a construção da nova orla com o muro de gabião, originou-se uma face praial mais íngreme na porção central da praia. Por outro lado, o perfil C1 alterou do estado morfodinâmico reflexivo em 2016 para o intermediário em 2019-2020. Constatou-se que a erosão costeira persiste mesmo após a construção do muro de gabião na praia, cuja efetividade da obra tem sido baixa frente ao referido problema. Notou-se que o muro construído tem contido a erosão costeira, que não avançou de forma severa como em anos anteriores a obra, mas já é possível identificar iminência de erosão e pequenos danos na nova orla do Caripi, concluindo que a praia ainda se apresenta vulnerável à erosão costeira, mas com risco baixo aos problemas associados.

Palavras-chave: Morfodinâmica de Praia, Estuário, Gerenciamento Costeiro, Obras de Proteção Costeira.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação .....	1
1.2 Justificativa.....	1
1.3 Hipóteses .....	2
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo Geral .....	3
2.2 Objetivos Específicos .....	3
<b>3. Área de Estudo.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Fundamentação Teórica .....</b>	<b>5</b>
4.1 Praia.....	5
4.1.1 Praia Estuarina .....	5
4.2 Gerenciamento Costeiro .....	8
4.2.1 Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro .....	8
4.2.1 Decreto nº5.300/2004 .....	8
<b>5. Materiais e Métodos .....</b>	<b>10</b>
5.1 Trabalho de Campo .....	11
5.3 Análise Laboratorial .....	16
5.4 Análise de Dados .....	16
<b>6. Resultados Esperados.....</b>	<b>17</b>
<b>7. Cronograma.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Referencias.....</b>	<b>21</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Apresentação

Este documento apresenta os objetivos gerais e específicos alcançados a partir do plano de trabalho de mestrado e de sua qualificação; a fundamentação teórica dos principais temas abordados (ambiente de praia e gerenciamento costeiro); a descrição da área de estudo, com aspectos da região amazônica, em especial do município de Barcarena e sua importância socioeconômica; a metodologia adotada para o estudo; os resultados alcançados com o desenvolvimento do trabalho; as conclusões obtidas e as referências utilizadas.

## 1.2. Justificativas

A Zona Costeira do Brasil (ZCB) abrange uma área que vai desde a foz do rio Oiapoque (04°52'45''N) a foz do Arroio Chuí (33°45'10''S) e dos limites dos municípios que fazem parte da faixa costeira, alcançando na direção marítima até 200 milhas náuticas, englobando as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo e das ilhas de Trindade e Martin Vaz, localizadas além do citado limite marítimo (Oliveira e Nicolodi, 2012).

A Zona Costeira Amazônica compreende cerca de 35% da costa do Brasil, estendendo-se por mais de 2.500 km, desde a foz do Rio Oiapoque, no Amapá, até a Baía de São Marcus, no Estado do Maranhão (Isaac & Barthem, 1995). Essa área é caracterizada por reentrâncias formadas por baías e estuários, ocorrendo inúmeras praias estuarinas. Por sua vez, estas praias são definidas como depósitos de sedimentos inconsolidados (areia, cascalho ou conchas) livremente retrabalhados por ondas e correntes associadas (Nordstrom e Roman, 1996). Os ambientes estuarinos são considerados berçários da natureza por serem importantes áreas de desova de diversos vertebrados e invertebrados aquáticos, concebendo um dos ecossistemas mais produtivos do mundo e proporcionando habitat favorável para uma grande diversidade de organismos (Kaiser et al., 2005) e alvo de diversas atividades inerentes a esses ambientes.

No âmbito destas atividades antrópica, tem-se projetos e programas fomentados para o crescimento econômico de regiões estuarinas, como o Programa Grande Carajás (PGC). Este foi criado com objetivo de articular ações do poder público, de investimentos de infraestrutura e indução do desenvolvimento em uma área de aproximadamente 895 mil km<sup>2</sup>. Este programa criou onze zonas industriais: Barcarena (PA), Marabá (PA), Serra de Carajás (PA), Tucuruí (PA), Parauapebas (PA), São

Luiz (MA), Imperatriz (MA), Açailândia (MA), Rosário (MA), Santa Inês (MA) e Araguaína (GO) (Schwartzman, 1989).

O PGC concebeu e implementou políticas de desenvolvimento sem levar em consideração sua adequação ambiental, sancionando as formas mais baratas e de retorno econômico hipoteticamente imediato de uso da área de exploração (Schwartzman, 1989).

O município de Barcarena, contemplado neste programa, está situado na zona estuarina amazônica (Furtado et al., 2020), no estuário do rio Pará (Paz et al., 2011). Esta cidade é reconhecida por ser 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/ALUNORTE/Hydro (processadora de minérios), Pará Pigmentos/SA (PPAS) e Imerys Rio Capim (IRCC), onde se realizam as importações e exportações de cargas de minério e movimentação de óleo combustível (Rodrigues, 2008; Paz et al., 2011).

A praia do Caripi, está situada no município de Barcarena/PA, Setor Continental Estuarino do Estado, sob influência do rio Pará e com propriedades de praia reflectiva a intermediária principalmente (Saldanha, 2009). A relevância em compreender as mudanças ocorridas no espaço e as suas implicações ambientais oriundo delas é imprescindível para alcançar o equilíbrio dos sistemas naturais e a utilização de maneira sustentável dos seus recursos (Rosa et al., 2017). Entre as principais ações antrópicas realizadas sobre o ambiente natural, pode ressaltar o processo de urbanização como causa primordial de modificações significativas nos ecossistemas naturais, desencadeando uma série de impactos capazes de pôr em risco a integridade destes ambientes e suas populações (Pavanin et al., 2016).

Devido à urbanização simultâneo ao crescimento populacional e a conseqüente competição por recursos naturais, é necessário uma organização do uso da terra, de conciliar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida da população (Silva et al., 2016). Essas utilizações inadequadas da terra têm estimulado sucessivos e inúmeros problemas ambientais, com ênfase à erosão hídrica; diminuição da qualidade dos solos; limitação de oferta hídrica e drástica alteração e degradação da cobertura vegetal (Stanganini & Lollo, 2018).

Sobre o problema ambiental da erosão, pode-se citar empreendimentos comuns nas áreas estuarinas e marítimas de cidades urbanizadas ou em processo de urbanização, que são chamadas popularmente como “orlas”, embora esta terminologia tenha uma conceituação de ambiente natural.

A orla marítima pode ser definida como unidade geográfica delimitada pelo contato entre a terra firme e o mar (Bulhoes et al., 2016). No seu sentido antrópico, portanto, é comum nas praias da região amazônica que as autoridades optem pela construção de “orlas” para lazer e muros de arrimo para

contenção da erosão costeira, mas nem sempre são realizados os estudos necessários para as suas implantações, gerando um desperdício de recursos e impacto ambiental, como ocorreu na praia do Marahú (Ilha de Mosqueiro/PA) em janeiro de 2018 (G1 PARÁ, 2018).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Barcarena (2020), na praia do Caripi, foi construído um muro de gabião em 2018, junto com a revitalização de sua “orla”, com implantação de calçadas, quiosques, píer e pavimentação asfáltica, com a finalidade de amenizar problemas relacionados a erosão na praia, além da contenção para coibir a força da maré. Inicialmente, esta obra objetivava a entrega de cerca de 400 m de orla revitalizadas. Entretanto, apenas dois anos após o término de recuperação da Orla, a própria Prefeitura Municipal de Barcarena (2020), através da Secretária de Indústria Comércio e Turismo (Seicomtur), interditou o píer da praia do Caripi para atracação de embarcações. A medida acolhe notificação da Defesa Civil Municipal, após vistoria no local. Segundo o laudo emitido pelo órgão, o sistema estrutural em madeira do trapiche se encontra em situação de risco em sua estrutura para atracação de embarcações, oferecendo perigo aos visitantes que chegam a praia pelo rio.

O entendimento do comportamento morfodinâmico dos ambientes costeiros e as atividades humanas associadas devem ser considerados na implantação destas obras, pois fornecem subsídios para planos de gerenciamento que propõem-se a minimizar os problemas erosivos das áreas. Ademais, as informações alcançadas por meio dos levantamentos realizados 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. Dada sua importância ecológica e ambiental é fundamental o conhecimento técnico e científico nesses espaços para que se possa entender as alterações que ocorrem naturalmente e as que são derivadas das ações antropogênicas numa costa, seja estuarina ou oceânica.

O presente trabalho teve como intuito realizar o levantamento morfossedimentar da praia estuarina do Caripi, após a obra de proteção costeira (muro de gabião), para verificação das possíveis alterações ambientais decorrentes deste empreendimento, ao comparar perfis de praia já realizados em 2016 com dos anos de 2019 e 2020. Bem como verificar modificações significativas na morfossedimentação da praia, com a contenção, mesmo que temporária (2 anos), do processo de erosão.

### **1.3. Hipóteses**

A praia estuarina do Caripi sofreu uma importante intervenção antrópica nos anos de 2017 e 2018 com a construção de sua nova orla. Questiona-se que consequências essa alteração pode ter tido na praia e a eficiência da obra quanto a sua durabilidade.

A hipótese desta pesquisa era de que a obra de contenção de erosão na praia estuarina do Caripi

interromperia o contínuo processo de erosão ao qual a praia vinha sendo submetida, sem consequências negativas diretamente visíveis. Contudo, indicando uma estabilidade temporária, pois a implantação da orla/muro de gabião sobre a face praial comprometeria sua durabilidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar as características morfológicas da praia do Caripi (Barcarena/PA) após a obra de contenção de erosão e comparar com dados obtidos antes da obra.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Analisar as mudanças morfológicas na praia do Caripi (anos 2019 e 2020) através de um comparativo com dados topográficos e registros fotográficos anteriores (ano de 2016);
- Identificar as alterações naturais e antrópicas que podem ter sido causadas pela obra de proteção costeira;
- Analisar indicadores ambientais atuais de erosão ou estabilidade costeira (vegetação, geomorfologia, sedimentação, danos aos patrimônios públicos e privados);
- Avaliar a efetividade da obra na contenção da erosão costeira (observação do grau de danos existentes).

### 3. 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 IBGE (2020), o município possui 1.310,338km<sup>2</sup> e sua população estimada em 129.333 habitantes.

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

Em relação a climatologia da área de estudo, segundo a classificação de Köppen (1936), a região de Barcarena é caracterizada por um clima tropical chuvoso, tipo Afi. Sua temperatura média anual é de 27 °C, com variação térmica mínima, e precipitações, acima de 2.500 mm por ano (IDESP, 2011), havendo um período mais chuvoso de dezembro a maio e, um menos chuvoso de junho a novembro.

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). Porém, Barcarena ainda sofre com a supressão vegetal, principalmente às margens dos furos e rios do município, contribuindo para o assoreamento dos mesmos e ameaçando às reservas de água doce (Seabra, 2019), devido as intensas atividades econômicas, como por exemplo, a agricultura e a indústria de beneficiamento de alumínio.

Em relação a geomorfologia local os tipos de relevos observados estão associados predominantemente ao Planalto Baixo Dissecado e à Planície Estuarina. O primeiro inclui a maior parte da porção continental incluindo ainda diversas ilhas como a ilha de Trambioca em cujos terrenos observam solos de textura argilosa ou lateríticos concrecionários. São os chamados solos de "terra firme" e "tesos", de acordo com a nomenclatura usual dos habitantes locais. As terras firmes apresentam altitudes que variam de 14 a 30m nos quais predomina uma drenagem acentuada, e os tesos são os terrenos mais baixos, de 4 a 14m de altura, e de baixa drenagem. A Planície Estuarina, no caso a Planície Flúvio- Estuarina, compreende toda a porção marginal ocidental da área pesquisada, englobando ainda a ilha das Onças, é composta de terrenos Holocênicos, em cuja superfície predominam os solos do tipo Glei Pouco Húmido, com grande quantidade de argila (Khoury e Dutra, 1991).

Quanto a geologia regional, no nordeste do Estado do Pará, ocorrem unidades do Pré- Cambriano, Eo- Paleozóico e Cenozóico (Arai et al, 1988; Rossetti, 1990; Costa et al, 1991). O Pré- Cambriano agrupa rochas do Complexo Maracaçumé, Formações Santa Luzia, Tromaí, Gurupi, Viseu e Igarapé de Areia e Granito Cantão, seguindo-se a Formação Piriá posicionada no Eo-Paleozóico. O Cenozóico é representado pelas Formações do Pirabas (Oligo-Mioceno) e do Grupo Barreiras (Mio- Plioceno). A geologia do Município é pouco variável, construída, como em toda a microrregião, por sedimentos do Terciário (Formação Barreiras) e do Quaternário. Os primeiros estão presentes, sobretudo, na porção continental do Município, enquanto trechos Quaternários 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 na costa paraense (Alves, 1999). Segundo Franco (1978 apud Pinheiro, 1987), ao penetrar na região estuarina, as marés provenientes do Oceano Atlântico, tem sua amplitude aumentada devido à pouca profundidade do fundo marinho da costa brasileira. Este estuário é um componente da rede hidrográfica amazônica no norte do Brasil, com mais de 350 km de extensão, possui um aporte continental de uma ordem de grandeza menor em relação ao sistema estuarino adjacente, o do Rio Amazonas, com descarga da ordem de  $10^4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Este sistema não possui uma nascente propriamente dita, formado a partir da Baía das Bocas, a sudoeste da Ilha do Marajó, local onde recebe aporte fluvial do Rio Amazonas através de pequenos canais conhecidos como Estreitos de Breves (Prestes et al., 2020). Não há região do Rio Pará com fluxo unidirecional forçado por energia potencial, 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 do Rio Pará, originando fluxos bidirecionais (Prestes et al., 2017).

Rosário (2016) realizou um estudo no estuário do Rio Pará, no qual foi medido as correntes de maré em dois períodos distintos. Durante o período de baixa descarga, a máxima velocidade de corrente vazante foi 1,64 m/s e a máxima velocidade de enchente foi de 1,76 m/s. Já no período de alta descarga, a máxima velocidade de corrente vazante foi de 1,3 m/s e a máxima corrente de enchente foi de -1,6 m/s.

Sobre os aspectos socioeconômicos, a praia do Caripi (Figura 1), localiza-se em uma área de influência direta de instalações portuárias (Rodrigues, 2008; Paz et al., 2011; Oliveira, 2014), sendo o setor de indústria o maior responsável pelo PIB do município segundo os dados do IBGE (2010), o Produto Interno Bruto foi de 2.287.297 reais -, com o Índice de desenvolvimento Humano/IDH também de 2010, que foi de 0,662.



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

Devido a essas características, a praia do Caripi é alvo não apenas de estudos ambientais, como os geológicos de caracterização morfológica e sedimentar, mas também de estudos sobre as características antrópicas e as possíveis consequências da implementação dessas indústrias. Trabalhos como de Boulhosa & Mendes (2009), Oliveira (2014); Cunha, (2017), Sousa (2018) entre outros, oferecem uma descrição e monitoramento de evolução da praia ao longo dos anos, permitindo então trabalhar com o padrão de desenvolvimento da praia antes da criação da nova orla e das obras de contenção da erosão.

A nova orla do Caripi (Figura 2) foi construída em 2017/2018 e conta com a construção de uma estrutura composta por pedras envoltas em arame (muro de gabião) que permitem a passagem de sedimento e água, visando a permeabilidade e, conseqüentemente, a durabilidade da obra. Ao longo de toda a extensão da praia encontra-se essa estrutura que apesar de eficiente em sua forma de construção, está localizada na área superior da face praial, prejudicando a dinâmica natural do ambiente. Foi construído um píer vertical à praia para uso turístico localizado logo na entrada da 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). Píer para embarcações e passeios (D). Fotografias retiradas em: 30/09/2019.

## **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1 Praias**

#### **4.1.1. Praias estuarinas**

Segundo Nordstrom (1992), as praias estuarinas geralmente compreendem uma curta área, tanto em largura como em extensão de praia, e há uma intrínseca relação entre a amplitude das marés e altura de onda, que diferencia estes sistemas de muitas praias oceânicas e leva a uma resposta diferente do perfil morfológico praial, visto que a dinâmica do ambiente estuarino é também muito importante. De acordo com Schettini (2001), todo o tipo de estuário tem fatores característicos que os diferenciam. Os estuários da Amazônia, com os ventos moderados a fortes e concomitantemente a ação de ondas locais e meso-macromarés, originam espontaneamente as praias estuarinas.

Adaptando o conceito de Nordstrom (1992), compreende-se que os estuários são ambientes de transição entre mar e rio, que possibilitam depósitos de sedimentos como areia e cascalho, onde a força das ondas concatenadas a correntes fluviais e de marés retrabalham os sedimentos levando a um nível adicional de complexidade.

Em razão de condições favoráveis a instalações portuárias e por serem uma importante via de acesso ao interior do continente, os estuários são historicamente essenciais para o desenvolvimento populacional e atividades econômicas humanas, além de desempenhar funções vitais no ecossistema costeiro se destacando por suas características ecológicas que variam desde o fornecimento de abrigo à uma vasta comunidade biológica até o berço de espécies exclusivas dessa zona de transição (Ketchum, 1983).

As praias estuarinas apresentam sedimento de origem continental e marinha, sendo comum o fornecimento simultâneo de ambas as fontes. A natureza das fácies sedimentares é controlada pela quantidade e qualidade dos sedimentos disponíveis, bem como pela interação dos processos hidrodinâmicos e pela geomorfologia local (Miranda, 2002).

As mudanças morfológicas em praias estuarinas de mesomarés seguem dois padrões (Jackson & Nordström, 1992; Nordström, 1992): o primeiro caracteriza-se por remoção sedimentar da parte superior e deposição na parte inferior da praia (tipo A). Já o segundo, tipo B, é determinado pelo deslocamento vertical de todo o perfil, associado a pequenas ou nenhuma mudança no gradiente praial.

As praias estuarinas delimitam-se bem na setorização de três zonas (Figura 3) (Wright *et al.*, 1982) e suas subdivisões:

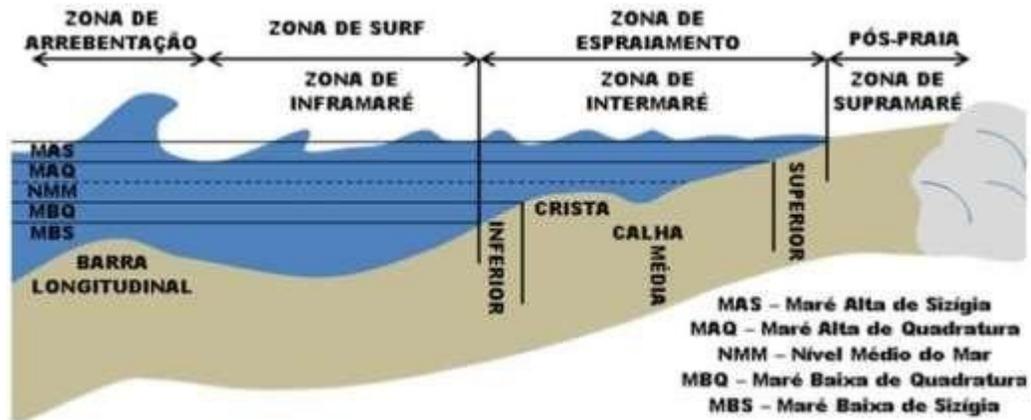


Figura 3 - Esquema de zonagem da praia a partir da morfologia e hidrodinâmica. Fonte: Ranieri (2014).

1. Supramaré ou pós-praia (*backshore*): compreende depósitos arenosos delimitados por uma linha de vegetação permanente e que se estende até a o limite da linha de maré alta de sizígia. Não entra em contato com as marés, a não ser durante eventos extremos.
2. Intermaré ou estirâncio (*foreshore*): zona intermediária caracterizada pelos processos final de dissipação energética das ondas, espriamento e pela presença de leques deste espriamento, originados pelo refluxo da água durante a transição da maré alta para maré baixa.
3. Inframaré ou face praiial (*shoreface*): localizada a partir da linha de maré baixa de sizígia até o nível base de ação de ondas de tempo bom.

Essas características apesar de gerais e comuns aos ambientes costeiros, podem variar com as propriedades locais de cada país e, dentro dele, de cada região, principalmente quando se trata das particularidades das praias estuarinas paraenses que possuem aspectos sazonais fortemente influenciadas por marés.

As praias dos estuários da costa amazônica apresentam características distintas e não necessariamente se enquadram no sistema de classificação adotado por Jackson et al.(2002). As praias estuarinas da Amazônia estão localizadas dentro de um ecossistema fluvial-marinho dominado por manguezais, controlado por meso e macromarés, ondas de energia moderada e fortes correntes de maré (Sousa, 2017).

Segundo Wright & Short (1984), a hidrodinâmica que há ao longo da praia é o produto da interação de ondas incidentes, refletidas ou parcialmente refletidas da face da praia, modos ressonantes de oscilações (ondas de borda/edge waves, estacionárias ou progressivas), fluxos permanentes e aperiódicos, que resultam da arrebentação e dos fluxos gerados por ondas e marés. Estes movimentos da água, exercem atrito sobre os sedimentos móveis da praia, ocasionando gradientes espaciais e temporais em seu transporte. Foram reconhecidos seis estados ou estágios morfológicos distintos, associados a diferentes regimes de ondas e marés, caracterizados por dois estados extremos (estado dissipativo e estado refletivo) e quatro estados intermediários. O primeiro caracteriza uma praia mais plana e o segundo uma praia mais íngreme, sendo os quatro estados/estágios intermediários caracterizados por modificações em bancos arenosos (longitudinais-transversais).

## **4.2 Gerenciamento Costeiro**

De acordo com o Projeto Orla (BRASIL, 2004), a apropriação urbana na costa marítima brasileira tem origem com a chegada dos europeus, em busca de colônias e riquezas naturais. Entre as primeiras regiões ocupadas estavam as cidades do Rio de Janeiro, Salvador e Recife, que apresentavam significativo contingente populacional em suas zonas costeiras até fins do século XIX. Contudo, esse padrão de ocupação tornou-se problemático a partir da década de 1950, com a intensificação das atividades ligadas ao processo de industrialização, sendo acentuado com a chegada das multinacionais (BRASIL, 2006).

Na Amazônia oriental, a ocupação da orla ocorridas nas capitais São Luís e Belém traz consigo questões acerca do padrão de ocupação empregada no litoral brasileiro ao longo de todo os século XX, como por exemplo: bases econômicas e mercados de trabalho diversificados; (b) altos montantes de

investimentos públicos e privados; (c) vários tipos de serviços e oportunidades de consumo; (d) atividades portuárias e industriais relevantes; (e) usos turísticos em larga escala; e (f) desigualdades socioterritoriais acentuadas. As cidades circunscritas em áreas ribeirinhas também apresentam tais desigualdades, fazem com que os benefícios da vida urbana não sejam distribuídos com justiça social. Desse modo, as terras urbanas, como produtos de processos sociais geradores de valores econômicos, tornam-se objeto de uma disputa pela terra. Nas grandes cidades, os locais junto às orlas são disputados pelo mercado imobiliário, que almeja explorar e usufruir das potencialidades paisagísticas, implantando condomínios, residenciais ou não, de média e alta renda (Nascimento & Lima, 2010).

Devido à essa urbanização em paralelo ao crescimento populacional e a posterior competição por recursos naturais, fez-se necessário uma organização do uso racional e sustentável da terra, de conciliar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida da população (Silva et al., 2016). Essas utilizações inadequadas da terra têm estimulado sucessivos e inúmeros problemas ambientais, com ênfase à erosão hídrica; diminuição da qualidade dos solos; limitação de oferta hídrica e drástica alteração e supressão vegetal (Stanganini & Lollo, 2018).

#### 4.2.1. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), criado pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, faz parte da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) e da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (Bulhoes, 2016). A Zona Costeira possui uma grande importância ecológica, uma vez que é berço de ecossistemas de alta relevância ambiental e de uma diversidade marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos. As interações estabelecidas nesse ambiente possuem alta vulnerabilidade requerendo uma cautela especial do poder público (PNGC, 1988).

A maior parte da população e um grande número de cidades, principalmente as capitais, apresenta alarmante e crescente nível de expansão urbana desordenada nessas regiões. O PNGC aponta a necessidade de estabelecimento de critérios e normas de ordem legal, que contribuam para o ordenamento do espaço costeiro, a utilização de seus recursos e a racionalização das atividades socioeconômicas ou culturais desenvolvidas dentro de seus limites (PNGC, 1988).

Segundo o próprio PNGC, a lei tem por objetivo orientar a utilização racional dos recursos da Zona Costeira (ZC), de maneira a contribuir para melhorar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. Destina-se, paralelamente, a ser o arcabouço capaz de possibilitar e balizar a ação dos Estados litorâneos e dos Municípios compreendidos na ZC, conforme previsto na Lei nº 7.661/88, na elaboração de seus Planos de

Gerenciamento Costeiro, inclusive quanto ao controle, fiscalização e monitoramento das atividades desenvolvidas na ZC, em suas respectivas jurisdições territoriais.

#### 4.2.1.1. Decreto nº5.300/2004

O decreto nº5.300/04 visa regulamentar a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988 (PNGC) e dispor sobre regras de uso e ocupação da zona costeira, estabelecendo os critérios de gestão da orla marítima sendo uma lei norteadora para implementação de construção de orlas. O artigo 22 define orla marítima como a faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar. O capítulo 3 deste decreto vem complementar as normas sobre gerenciamento costeiro com as diretrizes que devem ser seguidas para sua implementação.

O processo de construção de orla deve respeitar as normas e diretrizes de planejamento para então receber financiamento. Este processo deve apresentar as ações tomadas para definir orientações para o uso adequado e o ordenamento da orla, compatibilizando as políticas ambiental e patrimonial de forma a reduzir os impactos da ocupação e do uso da orla marítima.

Finalmente, o decreto vem delimitar os valores numéricos de limites que devem ser respeitados na implementação da orla, tais como os apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 – Limites apresentados pelo decreto nº5.300/04.

<b>Limites:</b>	<b>A partir da linha de preamar</b>	<b>Especificações</b>
<b>Terrestre</b>	200m	área não urbanizada
<b>Terrestre</b>	50m	áreas urbanizadas
<b>Falésias sedimentares</b>	50m	a partir da sua borda, em direção ao continente
<b>Lagunas e lagoas costeiras</b>	50m	contados a partir do limite da praia
<b>Estuários</b>	50m	contados na direção do continente
<b>Falésias ou costões rochosos</b>	a ser definido	plano diretor do município

Esses limites poderão ser alterados nos seguintes casos (Decreto nº5.300/04): (1) se os dados que indicarem tendência erosiva, com base em taxas anuais, expressas em períodos de dez anos, ultrapassem a largura da faixa proposta; (2) caso haja concentração de usos e de conflitos de usos relacionados aos recursos ambientais existentes na orla marítima; (3) caso haja tendência de avanço da linha de costa em direção ao mar, expressa em taxas anuais; (4) se trecho de orla abrigada tiver gradiente de profundidade inferior à dez metros.

Ainda de acordo com esse decreto podemos estabelecer a classificação da orla como instrumento norteador. A tabela do decreto se encontra a seguir.

Tabela 2 – Classificação da Orla, segundo o Decreto nº5.300/2004

TIPOLOGIA	CLASSES	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO PREDOMINANTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- abrigada não urbanizada</li> <li>- exposta não urbanizada</li> <li>- semi-abrigada não urbanizada</li> <li>- especial não urbanizada</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>CLASSE A</b></p> <p>Trecho da orla marítima com atividades compatíveis com a preservação e conservação das características e funções naturais; possui correlação com os tipos que apresentam baixíssima ocupação, com paisagens com alto grau de conservação e baixo potencial de poluição.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PREVENTIVA</b></p> <p>Pressupondo a adoção de ações para conservação das características naturais existentes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- abrigada em processo de urbanização</li> <li>- exposta em processo de urbanização</li> <li style="padding-left: 20px;">- semi-abrigada em processo de urbanização</li> <li>- especial em processo de urbanização</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>CLASSE B</b></p> <p>Trecho da orla marítima com atividades compatíveis com a conservação da qualidade ambiental ou baixo potencial de impacto; possui correlação com os tipos que apresentam baixo a médio adensamento de construções e população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente modificadas pela atividade humana e médio potencial de poluição.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CONTROLE</b></p> <p>Pressupondo a adoção de ações para usos sustentáveis e manutenção da qualidade ambiental.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- abrigada com urbanização consolidada</li> <li>- exposta com urbanização consolidada</li> <li style="padding-left: 20px;">- semi-abrigada com urbanização consolidada</li> <li>- especial com urbanização consolidada</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>CLASSE C</b></p> <p>Trecho da orla marítima com atividades pouco exigentes quanto aos padrões de qualidade ou compatíveis com um maior potencial impactante; possui correlação com os tipos que apresentam médio a alto adensamento de construções e população residente, com paisagens modificadas pela atividade humana, multiplicidade de usos e alto potencial de poluição sanitária, estética e visual.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRETIVA</b></p> <p>Pressupondo a adoção de ações para controle e monitoramento dos usos e da qualidade ambiental.</p>

#### 4.2.2. Política Estadual de Gerenciamento Costeiro

A Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA), criada pela Lei Nº 9.064, de 25 de maio de 2020, DOE Nº 34234, segundo SEMAS (2020), tem por objetivo a gestão dos recursos naturais da Zona Costeira, de forma integrada e participativa, visando a melhoria da qualidade de vida das populações locais, a preservação dos habitats específicos indispensáveis à conservação da fauna e flora, adequando as atividades humanas à capacidade de suporte dos ecossistemas. De acordo com o Capítulo III da Abrangência Geográfica, Art. 6º: A faixa terrestre da Zona Costeira, para fins da PEGC/PA, é

composta por 47 municípios subdivididos em 5 (cinco) setores:

I - Setor 1 – Marajó Ocidental: Afuá, Breves, Anajás, Chaves, São Sebastião da Boa Vista, Currealinho, Melgaço, Portel, Bagre, Oeiras do Pará e Gurupá;

II - Setor 2 – Marajó Oriental: Santa Cruz do Arari, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras e Muaná;

III - Setor 3 – Continental Estuarino, considerando a Região Metropolitana de Belém: Abaetetuba, Barcarena, Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará, Inhangapi e Castanhal;

IV - Setor 4 – Flúvio-Marítimo: Colares, Vigia, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São João da Ponta, Curuçá, Terra Alta, Marapanim, Magalhães Barata e Maracanã; e

V - Setor 5 – Costa Atlântica Paraense: Santarém Novo, Salinópolis, São João de Pirabas, Primavera, Quatipuru, Capanema, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa e Viseu.

#### 4.2.3. Obras de proteção costeira

As obras de proteção costeiras podem ter função de proteção, recuperação ou de infraestrutura e lazer. As obras de proteção têm como objetivo resguardar as edificações erigidas na costa da ação direta das ondas. Podem ser enquadrados os muros de arrimo, as barreiras de rochas, os enrocamentos e molhes. Entretanto precisa enfatizar que, em qualquer intervenção costeira, é necessário considerar a dinâmica marinha e principalmente as alterações, no ambiente, provocadas pelas próprias obras, para que não haja o comprometimento acelerado da vida útil da obra (Farinaccio, 2008).

As estruturas de contenção, também chamadas de muros de arrimo ou muros de peso, podem ser construídas em alvenaria (tijolos ou pedras) ou em concreto (armado ou simples). Esses muros são os elementos mais comuns e presentes nas orlas do Estado do Pará por apresentarem boa funcionalidade e domínio da tecnologia e execução das estruturas (Nascimento & Lima, 2010), uma vez que são estruturas projetadas para atuar na contenção de maciços de terra principalmente na estabilização de encostas e taludes.

Os muros de contenção podem ser classificados em: gravidade e de flexão. Os muros de gravidade, ou muros de peso, podem ser caracterizados de acordo com seus materiais e técnicas construtivas. De acordo com Cativo (Nascimento & Lima, 2010), os tipos de muro de peso mais encontrados em orlas do Estado do Pará são:

(a) alvenaria de pedra: as pedras são arrumadas manualmente, não se utiliza argamassa em sua composição, e sua resistência depende da forma como as pedras são dispostas recomendada apenas para desníveis de até 2 metros, a base do muro deve ter largura mínima de 0,5 m a 1,0 m, e deve ser apoiada em uma cota inferior à da superfície do terreno, de modo a reduzir o risco de ruptura por deslizamento no contato muro-fundação;

(b) concreto ciclópico ou concreto massa: é recomendado para alturas de até 4 m. Sua execução consiste no preenchimento de formas por concreto e blocos de rochas de tamanhos variados; apresentam, normalmente, secção trapezoidal, tendo sua base 50% de sua altura. É indispensável um sistema adequado de drenagem nesse tipo de estrutura.

(c) muro de gabião: é um cesto de aço galvanizado, preenchido por pedras arrumadas manualmente. Suas principais vantagens são a flexibilidade, a resistência a recalques do terreno e a permeabilidade da estrutura. Todavia, dificulta o acesso à praia e, uma vez destruída sua tela, torna-se difícil manter a arrumação das pedras em seu interior (Souza, 2008);

(d) sacos de solo-cimento: são sacos de poliéster, preenchidos com a mistura de cimento-solo na proporção 1:10 a 1:15. São dispostos empilhados horizontalmente, de forma propositalmente desencontrada da camada imediatamente inferior, para melhor compactação. É possível executá-lo em formas curvas, acompanhando a linha da costa e a topografia do terreno, e não necessita de mão de obra nem equipamentos especializados. Contudo, segundo Cativo (Nascimento & Lima, 2010), em nossa região, não apresenta um custo mais atrativo que os demais tipos de muro de peso.

Após constatar que variáveis antrópicas e naturais influenciam na morfologia praias, pode-se afirmar que o movimento de marés e o tipo de obra realizada nas orlas podem alterar positiva ou negativamente o perfil da praia. De acordo com (Nascimento & Lima, 2010), os muros de peso são as estruturas físicas mais usuais para auxiliar no combate à erosão e inundações no Pará, além de desempenharem a função de limite físico entre a parte urbanizada e a praia. Por serem estruturas mais suscetíveis à ação da maré, essas estruturas necessitam de cuidados quanto a sua locação e ao método construtivo no momento do planejamento da obra. Ou seja, uma frequente avaliação, estudos, relatórios sobre integridade física na estrutura e possíveis reparos neste tipo de construção faz-se necessário.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa se realizou em 4 etapas, sendo elas: (1) levantamento bibliográfico de trabalhos em praia, principalmente estuarina, gerenciamento costeiro e, os trabalhos já realizados em Barcarena/PA, para que o estudo tivesse embasamento e direcionamento; (2) atividades de campo, onde foi coletado por meio de 5 perfis/transectos, os dados topográficos da praia do Caripi em 30/09/2019 e xx/11/2020, além da realização de registros fotográficos; (3) análise de dados, para o tratamento dos dados coletados em campo e adição do levantamento topográfico obtido em 2016 por Sousa (2018) nos mesmos perfis de praia; (4) etapa de desenvolvimento da dissertação final, com a integralização e discussão dos dados.

### **5.1 Coleta de dados**

Foram realizadas duas campanhas de campo em dois anos consecutivos (set/2019 e nov/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).

Para este trabalho foram realizados 5 (cinco) perfis topográficos/transectos da praia (Figura 4), distribuídos ao longo de sua extensão transversal. Os pontos ao longo dos perfis foram divididos conforme a caracterização da área, mantendo os pontos de coleta de Sousa (2018), a fim de traçar os dados comparativos com o ano de 2016, para a observação de alterações no ambiente praias.



Figura 4 - Mapa de localização dos pontos iniciais dos perfis realizados na Praia do Caripi. Fonte: autor

Para obtenção dos dados nos pontos citados foi utilizado o método de levantamento topográfico chamado originalmente de Fast, Accurate Two-Person Beach Survey, que foi aperfeiçoado para praias por Birkmeier (1981) e modificado por Alves (2007) para levantamento topográfico com uso do instrumento de medição Estação Total.

O levantamento topográfico foi executado com o auxílio de uma Estação Total RUIDE RTS-822R<sup>3</sup>, a qual possui uma mira telescópica eletrônica a laser, apoiada em um tripé e três prismas de 2m de altura para leitura dos dados. O procedimento de leitura ocorreu da seguinte forma: uma pessoa ficou responsável pela operação da estação total, enquanto as outras três conduziram os prismas nos pontos de visada (Figura 5).



Figura 5 – Posicionamento dos 3 prismas para leitura dos dados pela Estação Total.

Em cada perfil de praia foi traçado verticalmente a sua extensão com o uso da Estação Total (Figura 6), cedida pelo Laboratório de Geologia de Ambientes Aquáticos (LGAA/UFRA). Este levantamento de dados topográficos foi realizado em situação de maré baixa de sizígia, havendo um ponto fixo de saída de cada perfil, a partir do pós-praia, seguindo-se transversalmente até a linha de maré baixa de sizígia.



Figura 6 – Equipamento utilizado para o levantamento topográfico: Estação Total, modelo RUIDE RTS-822R<sup>3</sup>.

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, conforme esquema da figura 7, com o intuito de analisar a persistência do problema da erosão, que deu origem a construção da nova orla do Caripi.

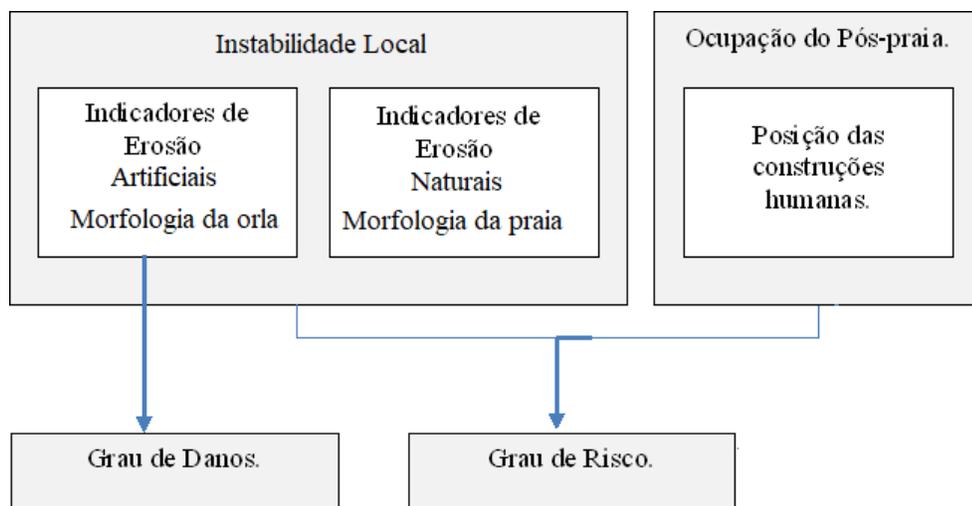


Figura 7 – Fluxograma esquemático da metodologia aplicada.

Para este trabalho foi utilizado os indicadores de erosão costeira proposto por Bush *et al.* (1999. Adaptado para região estuarina), considerando as feições morfológicas, as estruturas geológicas e artificiais. 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 espraiamento; 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 espraiamento 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 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 moderado, os locais com erosão e ocupação humana de alta e baixa densidade muito próxima ou próxima da praia; (3) risco iminente, os locais com acreção ou estabilidade costeira e ocupação humana densa, 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 n° 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 (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação usada para caracterizar a ocupação do pós-praia.

<b>Posicionamento das construções – Classificação</b>	
<b>Distante</b>	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a mais de 200 metros.
<b>Próximo</b>	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a mais de 50 metros.
<b>Muito próximo</b>	Posicionamento das construções em relação à linha de costa a menos de 50 metros.

Na avaliação do grau de danos (Tabela 3), adaptado de Lins-de-Barros (2005), foram identificadas as perdas paisagísticas naturais e antrópicas na praia em decorrência da Vulnerabilidade Física à Erosão.

Tabela 3: Descrição do grau de danos, adaptado de Lins-de-Barros (2005).

<b>Grau de Danos</b>	<b>Descrição</b>
<b>Ausente</b>	Segmentos sem danos as construções.
<b>Fraco</b>	Danos muito pequenos de acesso as casas e quiosques, alagamentos sem destruição ou pequena destruição na margem do rio anterior a pista.
<b>Moderado</b>	Destruição parcial da orla dificultando a circulação de pessoas e acesso à praia e calçadões.
<b>Forte</b>	Destruição parcial de avenidas, dos muros, casas e quiosques.
<b>Muito Forte</b>	Destruição total ou de grande parte dos quiosques, muros, casas e avenidas.

A partir das visitas em campo foi possível coletar informações acerca da evolução do ambiente praial após a construção da nova orla; fotografar a área de estudo; analisar a efetividade do muro de gabião construído na praia; e avaliar se persiste a erosão e o risco costeiro nela. Estas observações de campo foram realizadas em 4 momentos ao longo de 2019/2020: setembro de 2019, onde também se realizou coleta de dados topográficos; dezembro de 2019; novembro de 2020, também com novo levantamento topográfico e; janeiro de 2021, para nova avaliação visual do estado da praia frente a estabilidade ou instabilidade costeira.

## 5.2. Análise dos Dados

Nesta etapa de análise, os dados topográficos foram processados pelo *software* GRAPHER Six,

<b>PARÂMETROS</b>	<b>DISSIPATIVO</b>	<b>INTERMEDIÁRIO</b>	<b>REFLEXIVO</b>
<b>ONDAS</b>			
Tipo de Quebra	deslizante	deslizante/mergulhante	mergulhante/frontal
Número 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°)	obliquo (10-45°)
<b>CORRENTES</b>			
Horizontais	grandes giros	pequenos giros	unidirecional
Costa afora	correntes de retorno intensas	correntes de retorno médias	fluxo rumo sotamar
<b>MORFOLOGIA</b>			
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 espraiamento
Perfil Praial	plano	Transicional (berma)	em degraus (berma)
<b>TRANSPORTE DE SEDIMENTOS</b>			
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

## 6. RESULTADOS

### 6.1 – Vulnerabilidade à erosão costeira

A partir dos registros apresentados por Sousa (2018) é possível traçar um comparativo visual 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 construção da orla do Caripi (Figura 8), inaugurada em 2018. 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 espraiamento; 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 espraiamento de ondas; 12 - presença de leques de transposição e escorrimento; 13 - vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa).



Figura 8 – Erosão costeira na praia do Caripi em Janeiro de 2016.

Após a construção da orla do Caripi foram observados menores indícios de erosão costeira na praia em 2019 e 2020, como era esperado, mostrando efetividade moderada da obra.

Segundo Nascimento & Lima (2010), nos casos em que a orla apresenta algum tipo de problema ambiental ou de infraestrutura, são necessárias intervenções físicas, mesmo de forma temporária, para continuar o funcionamento das atividades naturais e antrópicas ali praticadas.

A efetividade moderada da obra na praia do Caripi é justificada pelo fato de que após um ano da inauguração da nova orla já foi possível observar alguns danos no muro de gabião provocados pelo avanço da maré alta na área (Figura 9), como o desgaste e retirada de sedimentos reverso à calçada contruída ao longo da orla (ano de 2019) e o avanço dos depósitos sedimentares de praia sobre a orla, ultrapassando o muro de gabião (ano de 2020) (Figura 10).



Figura 9 – Ilustração do efeito da maré alta nos meios de passagem de pedestres à praia (A) e no muro de gabião (B) em Setembro de 2019.



Figura 10 – Indícios de erosão costeira na praia do Caripi em Setembro de 2019 (A) e avanço de areias da praia para o pós-praia em Novembro de 2020 (B).

Nos anos de 2019 e 2020 (Tabela 4) foram identificados indicadores (Bush *et al.*, 1999) 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 espreamento de ondas; 12 - presença de leques de transposição e escorrimento, aberturas artificiais como dutos/plataformas de passagem), sendo a classificação principal observada.

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

<b>Perfil</b>	<b>Categoria de Erosão</b>	<b>Posição das construções</b>	<b>Grau de risco</b>	<b>Grau de danos</b>
<b>C1</b>	Erosão moderada(+)/severa(-)	Muito próximo	Moderado	Baixo
<b>C2</b>	Erosão moderada(+)/severa(-)	Muito próximo	Moderado	Baixo
<b>C3</b>	Erosão moderada(+)/severa(-)	Muito próximo	Moderado	Baixo
<b>C4</b>	Erosão moderada	Muito próximo	Moderado	Baixo
<b>C5</b>	Erosão moderada	Muito próximo	Moderado	Baixo

No decorrer do desenvolvimento do trabalho foi identificado que o avanço da erosão na praia do Caripi foi reduzido em comparação ao progresso da erosão encontrada anteriormente por Sousa (2018), pois o muro de gabião construído na linha de costa permitiu este estado atual. Contudo, não representa uma ausência da erosão e risco costeiro, já que a nova orla pode possibilitar uma estabilidade costeira temporária, com iminência de ser afetada pelas preamares extremas se não houver manutenção periódica. Ou seja, ainda é um local vulnerável a erosão, mas atualmente com baixo grau de danos verificado ao longo da praia e, com risco costeiro moderado, visto que o risco está diretamente relacionado a existência de ocupação humana próxima de uma área suscetível que está sendo estudada (Lins-de-Barros, 2010), mesmo que o nível de vulnerabilidade à erosão seja baixo.

Apesar da iminência da erosão costeira se instalar na praia novamente de forma acentuada, em

virtude da construção do muro de gabião diretamente sobre a praia e, do atual avanço dela sobre a orla, ficou claro benefícios que a obra trouxe também para o turismo e população local.

A construção da nova orla foi acompanhada pela implantação de outras estruturas, não apenas o muro de gabião, mas também praças com incentivo à coleta seletiva, via pavimentada, calçadas com acessibilidade, placas de sinalização e revitalização do píer da praia (Figura 10).



A



B



C



D



E



F

Figura 11 – Nova orla do Caripi: praças com incentivo à coleta seletiva (A)(B), via pavimentada, calçadas com acessibilidade (C)(D), placas de sinalização e revitalização do píer da praia (E)(F).

## 6.2 Perfil Topográfico

Os dados topográficos levantados em campo em 2019-2020 e em 2016 por Sousa (2018) são apresentados a seguir.

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 12). A área é caracterizada pela extensa calçada e curta faixa de areia tendo 30m de faixa praial em 2016 e 72m em 2020. 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 12 – Vista do perfil C1, com detalhamento ao avanço de areia sobre a rampa de acesso de pedestres à praia, sobre a calçada e o pós-praia. Píer adjacente ao perfil C1 (B). Fotografia A retirada em Novembro de 2020 e fotografia B retirada em Setembro de 2020.

Verificou-se algumas mudanças morfológicas significativas na praia de 2016 a 2020 (Figura 13), relacionadas às questões de alteração do estado morfodinâmico praial, passando do estado reflexivo (2016) para intermediário (2019/2020), com declive da face praial reduzido atualmente (Tabela 5). Em 2020 é possível observar o avanço dos sedimentos sobre o muro de gabião e calçada, ainda expostos em 2019.

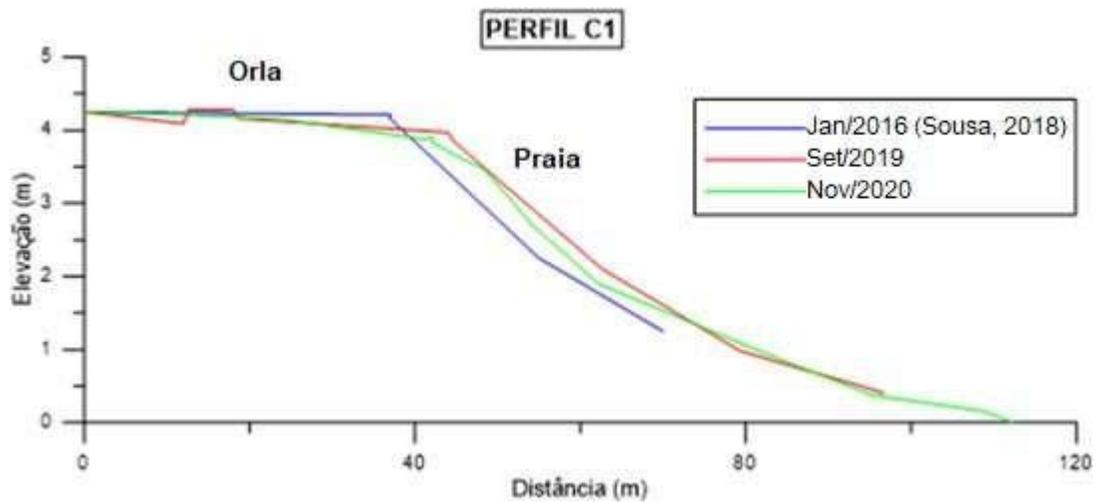


Figura 13 – Perfil C1: morfologia e fotografia (retirada em Setembro de 2019).

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 calcamento. No perfil C2 (Figura 14) observou-se estabilidade costeira, mantendo-se o estado morfodinâmico intermediário e declive suave da face praial (Tabela 5).

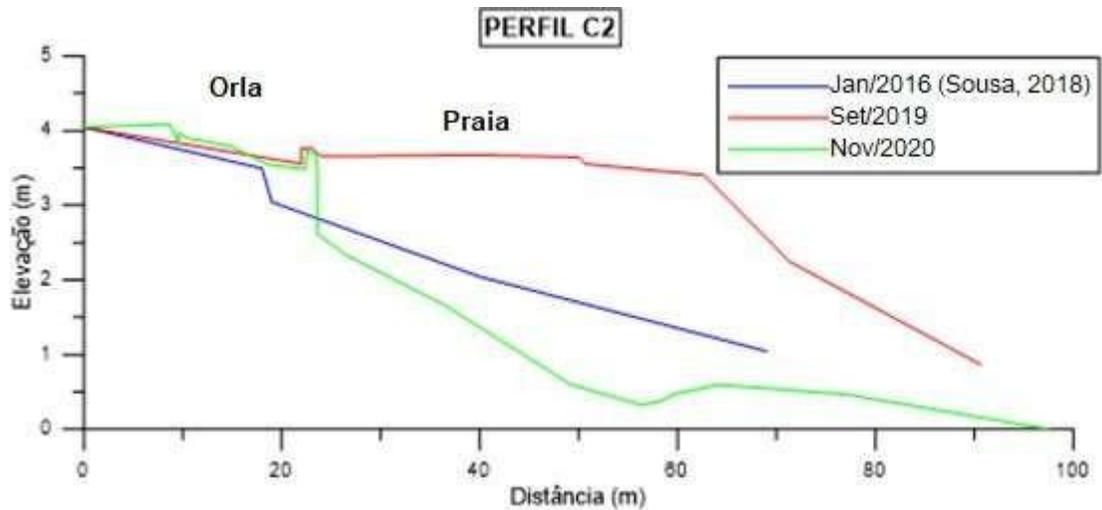


Figura 14 – Perfil C2: morfologia e fotografia (retirada em Setembro de 2019).

Os pontos C3 e C4 são os de maior impacto quanto ao grau de risco a população, devido a 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 para o estado reflexivo em 2019-2020, ou seja, após a construção da nova orla com o muro de gabião, originou-se uma face praial mais íngreme ( $3^\circ$  a  $4^\circ$ ), contudo ainda enquadrada no estágio intermediário de praia (Tabela 5). Neste perfil também é possível notar um acúmulo de areia que avançou da praia para o pós-praia em 2020 (Figura 15). 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.

Já no perfil C4 (Figura 16) obteve-se uma morfologia com calhas rasas, um declive de face praial ainda mais suave ( $1^\circ$ ), característico de estado dissipativo que permaneceu de 2016 a 2020 (Tabela 5).

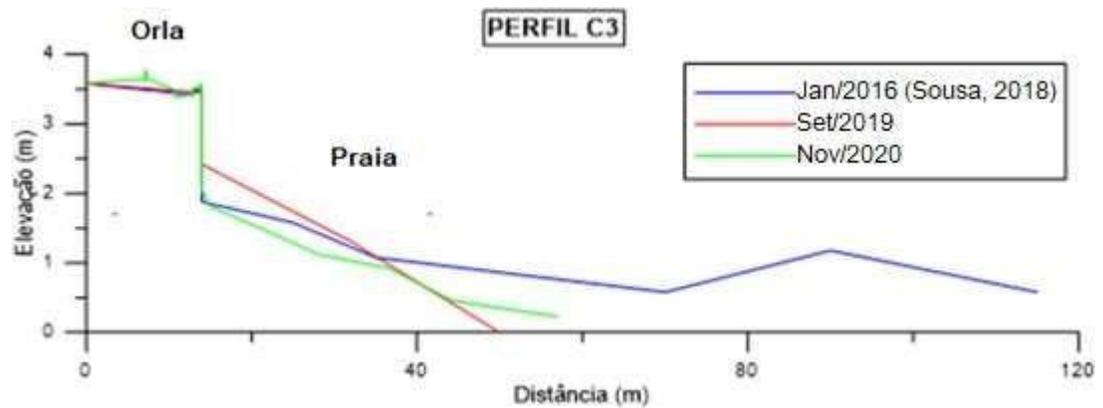


Figura 15 – Perfil C3: morfologia e fotografia (retirada em Setembro de 2019).

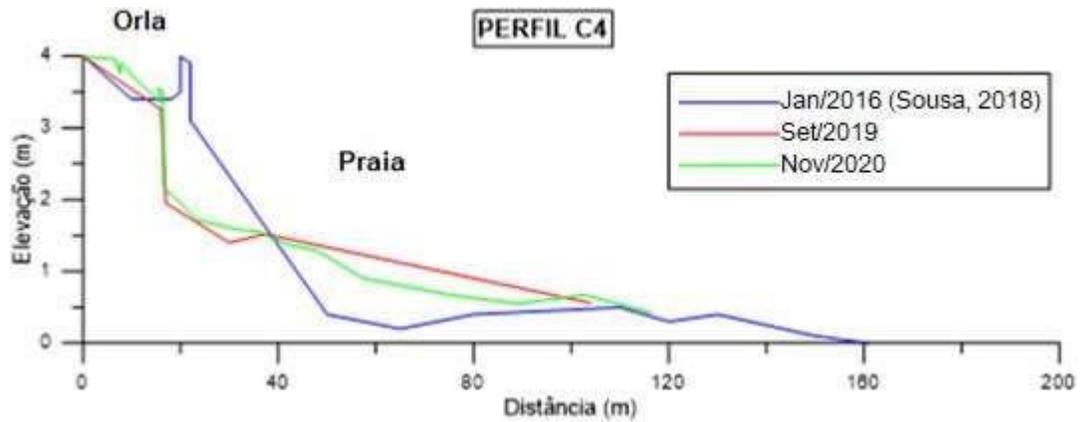


Figura 16 – Perfil C4: morfologia e fotografia (retirada em Setembro de 2019).

O perfil C5 está próximo de um igarapé 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 profundas e grande variação topográfica desde o ano de 2016 (Figura 17). Ou seja, sua evolução é mantida pela hidrodinâmica do igarapé que deságua neste perfil.

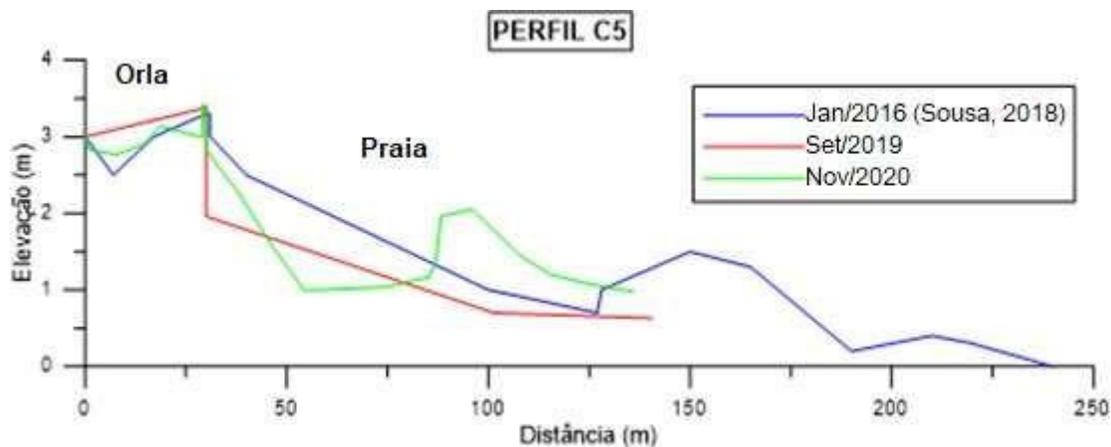


Figura 17 – Morfologia do Perfil C5 e igarapé adjacente ao perfil (fotografia retirada em Setembro de 2019).

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

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

A praia do Caripi apresenta atualmente (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 a baixo declive topográfico, e com presença de bancos e calhas (perfil C4 e C5). Ranieri e Ramos (2014) e Sousa (2021) 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).

## **7. CONCLUSÃO**

A partir dos dados apresentados e das observações em campo é possível concluir que a construção da orla do Caripi foi benéfica para a contenção de erosão. É importante ressaltar que apesar da obra, a praia tem sofrido variações morfodinâmicas e avanço da areia no pós praia, que indicam uma durabilidade mediana para a construção. A escolha de uso de gabião para a praia do Caripi foi assertiva uma vez que seu processo construtivo permite a permeabilidade do fluxo de água e sedimento. Porém, a forte interferência da maré e o avanço de areia no pós-praia apontam que a orla não deve apresentar grande durabilidade, sendo necessário seu acompanhamento, manutenção e adequação, conforme evolução das atividades naturais na praia.

Para além de questões ambientais e seus impactos na praia, a movimentação para construção de contenções de erosão na praia do Caripi foi uma ação inicialmente popular, motivada pelo impacto financeiro causado aos moradores locais quando o turismo na praia do Caripi reduziu a medida que a erosão destruía parte da praia. Atualmente a praia do Caripi apresenta uma melhor estrutura turística com construções atraentes como o píer, as praças e a melhor sinalização do local, que impactaram positivamente as famílias que tem sua renda retirada do turismo. Ou seja, foi benéfica para a região tanto ambiental como economicamente.

Dessa forma, confirma-se a hipótese de que a obra de contenção de erosão na praia estuarina do Caripi reduziria o processo de erosão ao qual a praia vinha sendo submetida. Contudo, apresenta uma estabilidade temporária, pois a implantação do muro de gabião sobre a face praial compromete sua durabilidade, sendo possível observar em 2 anos após a obra o seu soterramento parcial em alguns pontos, que já implica numa vulnerabilidade e risco moderado à erosão.

## **8. 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*,

01 (2): 49-57.

Alves, M.A.M.S. 1999. Caracterização sedimentológica e geomorfológica da plataforma e parte superior do talude continental do estado do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 114p

Arai M., Vesugui, N., Rosseti, D. de F., Góes, A. M. 1988. Considerações sobre a idade do grupo Barreiras no Nordeste do estado do Pará, Pará, Brasil. *In: SBG, 35º Congresso Brasileiro de Geologia. Belém. Anais. v.2, p.738-752.*

BARCARENA. Prefeitura Municipal de Barcarena. 2020. Disponível em: <<https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/noticia/172/comeca-a-construcao-da-orla-do-caripi>> Acesso: 19 dez 2021.

BARCARENA. Prefeitura Municipal de Barcarena. 2020. Disponível em: <<https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/noticia/1924>> Acesso em: 18 dez 2021.

Benatti, J.H. Carajás: desenvolvimento ou destruição? 1997. *In: COELHO, M.C.N.; COTA, R.G. Dez anos da Estrada de Ferro Carajás. Belém, Ed. UFPa-NAEA, p.79-105.*

Birkemeier, W.A. 1981. Fast, accurate two-person beach survey. Vicksburg, Mississippi, Coastal Engineering Technical Aid 81-11. U.S Army Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Research Center. 22p.

Boulhosa M.B.M. & Mendes A.C. 2009. Mapeamento dos Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo Através de Imagens SPOT 5, Na Região Portuária de Vila do Conde - Barcarena - Pará. *In: SBSR, 14º Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, Natal. Anais. p. 3597- 3603.*

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, Uberlândia, 28(2):285-300.*

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Projeto Orla: subsídios para um projeto de gestão. Brasília: MMA; MPO, 2004. Disponível em: < [https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual\\_do\\_projeto\\_orla-subsidios-para-um-projeto-de-gestao-2004.pdf](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual_do_projeto_orla-subsidios-para-um-projeto-de-gestao-2004.pdf)> Acesso em: 23 dez. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: Acesso em: <[https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual\\_do\\_projeto\\_orla-fundamentos-para-gestao-integrada-2006.pdf](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual_do_projeto_orla-fundamentos-para-gestao-integrada-2006.pdf)> 23 dez. 2021.

Costa M.L., Angélica R.S. & Avelar J.O.G. 1991. Outeiro e Mosqueiro: Exemplos de evolução laterítica imatura. *In*: SBG/NN, Simpósio de Geologia da Amazônia 3. Belém. p.479-494.

Cunha, I.R.V. 2017. *Permeabilidade da Praia do Caripi (Barcarena – Pa) A Eventuais Derrames de Derivados de Hidrocarbonetos*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém. 1 CD-ROM.

Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. [Regulamenta a Lei nº7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira, estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências]. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 de dezembro de 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm)>. Acesso em: 12 dez. 2021.

Farinaccio, A. 2008. Impactos na Dinâmica Costeira Decorrentes das Intervenções em Praias Arenosas e Canais Estuarinos de Áreas Densamente Ocupadas no Litoral de São Paulo: uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas. Phd Thesis, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 218 p.

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.

G1 PARÁ. 2018. *MPPA Afirma Que São Evidentes Os Erros Nas Obras Do Muro Na Orla De Mosqueiro*. Disponível em: <[https://G1.Globo.Com/Pa/Para/Noticia/Mppa-Afirma-Que-Sao-Evidentes-Os-Erros-Nas-Obras-De-Muro-Na-Orla-De Mosqueiro.Ghtml](https://G1.Globo.Com/Pa/Para/Noticia/Mppa-Afirma-Que-Sao-Evidentes-Os-Erros-Nas-Obras-De-Muro-Na-Orla-De-Mosqueiro.Ghtml)>. Acesso em: 27 set 2019.

Healy T.R. 2018. Estuaries. In: Finkl C., Makowski C. (Eds) *Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia Of Earth Sciences Series*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48657-4\\_141-2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48657-4_141-2).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/panorama>>. Acesso: 16 nov. 2021.

IDESP. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011. Estatística Municipal. Barcarena.

Isaac, V.J. & Barthem, R. B. 1995. Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Belém, **11**(2):151-194.

Jackson, N.L., Nordstron K.F., Eliot, I. & Masselink, G. 2002. “Low Energy” Sandy Beaches. In: *Marine And Estuarine Environments: A Review*. Geomorphology, V.48, p. 147-162.

Kaiser, M.J., Attrill, M.J., Jennings, S., Thomas, D.N., Barnes, D.K.A., Brierley, A. S., Polunin, N.V.C., Raffaelli, D.G. & Williams, P.J. LE B. 2005. *Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts*. Oxford University Press, USA. p. 1-557.

Ketchum, B.H. 1983. *Estuaries and Enclosed Seas*. Amsterdam, Elsevier. 500p.

Koppen, W. D. 1936. Das geographische system der klimat. *Handbuch der klimatologie*. p. 1-44.

Khoury Filho, E.L. & Dutra, J.M.L. 1991. Relatório Final Geologia da Sub-Área IX Município de

Barcarena. Projeto Nordeste do Estado do Pará, submetido ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Pará.

Miranda, L.B., Castro, B.M. & Kjerfve, B. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuário*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 418 p.

Nascimento, F.C. do & Lima, J.J.F. 2010. Diretrizes técnicas para locação de limites edificados em praias. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, 10(4):197-218.

Negrão, Y.S. *Vulnerabilidade Costeira e Classificação da Orla das Praias de Crispim, Marudá e Santa Maria, Município de Marapanim, Nordeste Paraense*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém. 1 CD- ROM.

Nordstrom, K. 1992. *Estuarine Beaches*. London, Elsevier Science Publishers, 225p.

Nordstrom, K.F.; Roman, C.T. 1996. *Estuarine Shores: Evolution, Environments And Human Alterations*. Chichester: John Wiley E Sons, 486p.

Oliveira A.M. 2014. *Permeabilidade de Praias Fluviais e Estuarinas Amazônicas A Eventuais Derrames de Derivados de Hidrocarbonetos: O Caso das Praias Grande (Ilha de Outeiro-PA) e Caripi (Barcarena-PA)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém. 1 CD-ROM.

Oliveira, M.R.L. de & Nicolodi, J.L. 2012. A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, **12**(1):89-98.

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. Ciências Humanas*, Belém, **6**(2):307-318.

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*, Passo Fubdo, **3**(2):24-38.

Peixoto, H.J.C 2018. *Variabilidade Costeira em Praias de uma Ilha Flúvio-Estuarina Amazônica*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1 CD-ROM.

Pinheiro R.V.L. 1987. Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará, Belém/PA. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 164p.

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

Prestes, Y.O., Silva, A.C., Rollnic, M. & Rosário, R.P. 2017. The M2 and M4 tides in the Pará River estuary. *Tropical Oceanography*, Recife, **45**:(1):26-37.

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**: 100668.

Ranieri, L.A. 2014. *Morfodinâmica Costeira e o Uso da Orla Oceânica de Salinópolis (Nordeste Do Pará, Brasil)*. Phd Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 195p.

Ramos, 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.

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*, Campina Grande, **17**(4):245-433.

Rodrigues J. E. C. 2008. *Risco Tecnológico: Uma análise do Porto de Vila do Conde como área potencial de ameaça ao vazamento de óleo para comunidades em situação de vulnerabilidade*. MS Dissertation, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade federal do Pará, Belém, 96p.

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: Perez Filho, A., Amorim, R.R. (Org.), *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, 1: 6890-6894. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1882>.

Rosário R.P. 2016. Análise de processos oceanográficos no estuário do rio Pará. PhD Tesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 139 p.

Rossetti D. F. 1990. Caracterização faciológica e diagenética da formação Barro Duro – Bacia de Barreirinhas. PhD Tesis, Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará, Belém. 191p.

Saldanha, D.S. 2009. Variabilidade morfosedimentar das praias estuarinas de Caripi e Itupanema (Barcarena, Pará). Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém. 112 p.

Sazaki, T.O. 1980. *Proceedings Of Coastal '80*. ASCE 3197- 3209p.

Schettini, C.A. F. 2001. *Dinâmica de Sedimentos finos no Estuário do Rio Itajaí-Açu, SC*. Phd Thesis, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre. 85 p.

Schwartzman, R.A.S. 1989. CARAJÁS Dez Anos de Impacto. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, **3**(4):34-37.

Seabra, E.C. 2019. *Análise de indicadores de desenvolvimento sustentável no município de Barcarena (Pará)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Instituto Ciberespacial, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 44 p.

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. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, **28**(3):409-428.

Sousa, B.A.A. 2018. *Variações Morfológicas e Suas Implicações na Erosão Costeira da Praia do Caripi (Barcarena- Pa)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Socio Ambiental e de Recursos

Hídricos; Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 45p.

Sousa, R. C. 2017. Management Of Estuarine Beaches On The Amazon Coast Through The Application Of Recreational Carrying Capacity Indices. *Tourism Management*. **59**:216-225.

Sousa, M.B.P. 2021. Mudanças morfológicas em praias da costa leste da Ilha do Marajó e os níveis de vulnerabilidade à erosão. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências; Universidade Federal do Pará, Belém, 83p.

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*, Curitiba, **10**:118-128.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Faculdade de Engenharia. Departamento de Estruturas e Fundações. Estruturas de Contenção de Muros de Arrimo. 2009. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>

Acesso em: Acesso em: 23 dez. 2021.

Wright L.D., Guza R.T., Short A.D. 1982. Dynamics Of A High-Energy Dissipative Surf Zone. *Marine Geology*. **45**:41- 62.

Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: a Synthesis. *Marine Geology*: **56**: 93 –118.