



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**VULNERABILIDADE E RISCO À EROÇÃO COSTEIRA
NA ILHA DE MOSQUEIRO/PA E A OCUPAÇÃO HUMANA
NA ORLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

HERILENE CHAVES DE SOUSA

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Leilanhe Almeida Ranieri (UFPA)

BELÉM- PARÁ

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**VULNERABILIDADE E RISCO À EROSÃO COSTEIRA
NA ILHA DE MOSQUEIRO/PA E A OCUPAÇÃO HUMANA
NA ORLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

HERILENE CHAVES DE SOUSA

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Leilanne Almeida Ranieri (UFPA)

BELÉM- PARÁ

2021

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

S725v Sousa, Herilene Chaves de.
Vulnerabilidade e risco à erosão costeira na ilha de
Mosqueiro/Pa e a ocupação humana na orla / Herilene Chaves de
Sousa. — 2021.
xv, 92 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Leilanne Almeida Ranieri
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geofísica,
Belém, 2021.

1. Erosão costeira. 2. Gerenciamento costeiro. 3.
Vulnerabilidade. 4. Praias. 5. Risco. I. Título.

CDD 551.4607



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

**VULNERABILIDADE E RISCO À EROSÃO COSTEIRA
NA ORLA DA ILHA DE MOSQUEIRO/PA E A OCUPAÇÃO
HUMANA NA ORLA**

APRESENTADO POR:

HERILENE CHAVES DE SOUSA

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia com Linha de pesquisa em Gerenciamento Costeiro.

Data de aprovação: 14/06/2021

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Leilanne Almeida Ranieri – Orientadora

Prof.^a Dr.^a. Sury de Moura Monteiro – Membro

Prof. Dr. Gustavo Goulart Moreira – Membro

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família
por todo o apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Dizem que todas as coisas boas que fazemos na vida geram um feedback, diante das dificuldades encontradas notei somente aquilo que eu amava podia me dar força, vontade e empenho. Vivenciamos momentos tenebrosos, tensos e turbulentos e, diante das adversidades ainda acredito que a universidade é um espaço de pessoas em aprendizado, reconexão, desenvolvimento intelectual e não de pessoas que nasceram prontas! Agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Nazaré pelo dom da vida, consolo e intercessão, tornando esse sonho uma REALIDADE.

A minha família especialmente as mulheres da minha vida, presente na minha criação, batalhadoras, quilombolas e guerreiras. Em especial ao tio/irmão Henrique por todo apoio e incentivo durante a nossa morada na capital, passamos por momentos difíceis, mas vencemos.

Aos professores Silvio Hingel, mestre Paulo Marcelo Lins por toda a sua dedicação, correções, puxões de orelha e amor à sua profissão. A orientadora Leilane Ranieri por ter me dado à minha primeira oportunidade durante a graduação para desenvolver este trabalho no Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO), acolhimento e principalmente pela transmissão dos seus ensinamentos e sua compreensão.

À equipe LABOGEO. Aos meus amigos que fiz durante esse período de graduação Allyson, Débora Souza, Ian Vieira, Ingrid Tavares, Paulo Maurity, Mayara Souza, Luana, Fabricio e Gaby. Em especial Lara Jaqueline e Yago, obrigado por todos os momentos incríveis que passamos juntos. Gratidão à monitora "ecológica" de oceano, Bruna Melo, trabalhão hein!

Da série “especial” do ensino médio para a vida amigos: Marcos Lacerda, Eduarda (Duda), abençoados, bondosos, papai do céu lhes abençoe e ilumine sempre, espero ter sabido valorizar a vossa amizade. Em especial Rafael dos Santos “in memoriam” você foi o meu melhor exemplo de luta, sempre nos incentivando a ser melhor, ninguém ensinou melhor que vocês o significado da palavra "Amizade, Sonho e Gratidão", nem todas as batalhas vencemos, espero que esteja orgulhoso das nossas conquistas, obrigada!

A Universidade Federal do Pará, a Associação dos Discentes Quilombolas (ADQ-UFPA), a todos os professores da Faculdade de Oceanografia, em especial a Sury Monteiro por todas as lições e reflexões para podermos sair da “caixinha”, e principalmente pela sua empatia e preocupação.

EPÍGRAFE

“Se usado para construir idéias, crescer e se reinventar, o conhecimento é saudável, mas se usado só para abarrotar o cérebro, ele é uma fonte de ansiedade. ”

(Augusto Cury)

RESUMO

As praias são naturalmente frágeis, dinâmicas, estando em constante ajustes às condições naturais e antrópicas. A valorização das praias da Ilha de Mosqueiro geram urbanização irregular, somados aos problemas naturais de erosões. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi classificar a orla da Ilha de Mosqueiro quanto à ocupação humana e analisar a vulnerabilidade e risco à erosão costeira nela. A metodologia seguiu um fluxograma, adaptado por Lins-de-Barros (2005), o qual consiste na identificação de áreas especiais para o planejamento através da classificação do grau de vulnerabilidade e do risco à erosão costeira, sendo analisados indicadores físicos (ambientais) e, indicadores urbanos, como a densidade e a posição das construções. Os passos adotados são: estudo da vulnerabilidade física à erosão (1º passo), estudo dos indicadores urbanos (2º passo), avaliação do grau de risco (3º passo), grau de danos (4º passo), estudo das adaptações e percepção humana (5º passo), definição de áreas especiais para planejamento (6º passo), propostas de medidas para o planejamento e gerenciamento costeiro (7º passo). Os resultados obtidos indicaram que a vulnerabilidade física das praias possui característica de ser elevada, em detrimento a maior ocupação da linha de costa, destruição de faixas frontais da vegetação, erosão de margem urbanizada, exceto algumas praias que apresentaram vulnerabilidade moderada a fraca. Em relação à tipologia de orla, a maioria das praias está em processo de urbanização, ou apresentam urbanização consolidada, e a descaracterização da paisagem ocorre gradativamente. O grau de risco na margem da Ilha está associado a ocupação urbana, logo áreas mais urbanizadas apresentam risco elevado. O grau de danos na Ilha de Mosqueiro foi principalmente ausente, pois a maioria das praias foi recentemente (ano de 2019) contempladas com a construção de muro de arrimos, de tal forma que os mesmos têm minimizado boa parte da ação das marés; praias com danos fracos a moderados, são as afetadas, ainda que de forma moderada, com os problemas erosivos. Exceto Marahú e Praia Grande ainda são bastante afetadas pela hidrodinâmica, que dificultaram o término dos muros de arrimos. As principais obras presentes na Ilha são de infraestrutura e proteção, como os muros e dutos de passagem. A percepção da população indica uma visão positiva na construção destas estruturas, sendo um parâmetro importante para a compreensão dos problemas observados. As áreas definidas para planejamento são essenciais para que moradores novos não sejam afetados. As principais medidas mitigadoras a serem tomadas são ações educativas em todos os setores atingidos, obras passivas e quando as medidas anteriores não forem eficazes deve-se recorrer às ações estruturais de proteção.

Palavras-chave: erosão costeira; gerenciamento costeiro; vulnerabilidade; praias; risco.

ABSTRACT

The beaches are naturally fragile, dynamic, constantly adjusting to natural and anthropogenic conditions. The valorization of the beaches of Mosqueiro Island generates irregular urbanization, added to the natural problems of erosion. Thus, the goal of this work was to classify the edge of Mosqueiro Island in terms of human occupation and analyze the vulnerability and risk to coastal erosion on it. The methodology followed a flowchart, adapted by Lins-de-Barros (2005), which consists of identifying special areas for planning by classifying the degree of vulnerability and risk to coastal erosion, analyzing physical (environmental) and, urban indicators, such as the density and position of buildings. The steps adopted are: the study of physical vulnerability to erosion (1st step), a study of urban indicators (2nd step), assessment of the degree of risk (3rd step), degree of damage (4th step), the study of adaptations and human perception (5th step), definition of special areas for planning (6th step), proposed measures for coastal planning and management (7th step). The results obtained indicated that the physical vulnerability of the beaches has a characteristic of being high, due to the greater occupation of the coastline, destruction of frontal vegetation strips, erosion of the urbanized margin, except for some beaches that presented moderate to weak vulnerability. Regarding the typology of the shoreline, most beaches are in the process of urbanization or present consolidated urbanization, and the landscape is gradually de-characterized. The degree of risk on the edge of the Island is associated with urban occupation, so more urbanized areas present a high risk. The degree of damage on the Mosqueiro Island was mainly absent, as most beaches were recently (in 2019) contemplated with the construction of retaining walls, in such a way that they have minimized much of the tidal action; beaches with mild to moderate damage are affected, albeit moderately, with erosion problems. Except for Marahú and Praia Grande that are still quite affected by hydrodynamics, which made it difficult to finish the retaining walls. The main works present on the Island are infrastructure and protection, such as the walls and passage ducts. The population's perception indicates a positive view in the construction of these structures, being an important parameter for understanding the problems observed. The areas defined for planning are essential so that new residents are not affected. The main mitigating measures to be taken are educational actions in all sectors affected, passive works, and when the previous measures are not effective, structural protection actions must be resorted to.

Keywords: coastal erosion; coastal management; vulnerability; beaches; risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Desenho esquemático da orla marítima do Brasil, segundo a metodologia proposta no Projeto ORLA (Freire 2002).....	9
Figura 2- Exemplificação dos tipos de quebras de ondas nas zonas costeiras. Fonte: Alves (2002).....	18
Figura 3- Mapa da área de estudo.....	22
Figura 4- Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesorregiões do Pará (ME – Metropolitana – compõe a Ilha de Mosqueiro). Unidade: mm. Fonte: Albuquerque <i>et al.</i> (2010).....	25
Figura 5- Células de deriva litorânea proposta para as praias de Mosqueiro com base em observação visual e medida do clima de ondas e na morfologia das feições costeiras. Fonte: El-Robrini <i>et al.</i> (2006).....	26
Figura 6-Etapas metodológicas adotadas para a definição de áreas especiais para o planejamento. Adaptado de (Lins-de-Barros 2005).....	29
Figura 7-Quadro orientador para a classificação de Orla na zona costeira. Fonte: Brasil (2004).	33
Figura 8- Critério de recuo e estrutura urbana para trechos de orla oceânica. Fonte: Adaptado de Oliveira (2009)......	34
Figura 9- Classificação dos indicadores de erosão costeira (I a VI) em praias da Ilha de Mosqueiro. Praia do Areião (A): ocupação do pós- praia, pós-praia muito estreito; Marahú (B): falésia escarpada, (C) presença de depósitos pleistocênicos; praia do Bacuri (D): erosão implicando na retração da linha de costa. Fotografias retiradas em: 17/09/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.....	39
Figura 10- Indicadores de erosão evidentes na Ilha de Mosqueiro: (A) Depósitos pleistocênico e banco de cascalhos, (B) Desmoronamento de falésias, de muros e de casas, (C) Reconstrução de muros. Fotografias retiradas em: Abril/2017 à Junho/2019.	40
Figura 11-Classificação quanto à exposição às ondulações. Lins-de-Barros (2005), adaptado.	41
Figura 12- Classificação da orla quanto à sua cobertura vegetal. Lins-de-Barros (2005), adaptado.	42
Figura 13- Classificação quanto ao Grau de Resistência na Orla. Lins-de-Barros (2005), adaptado	43

Figura 14-Classificação do grau de resiliência das praias da ilha. Lins-de-Barros (2005), adaptado.	44
Figura 15-Classificação do grau de instabilidade da orla. Lins-de-Barros (2005), adaptado.	47
Figura 16-Classificação da orla quanto à vulnerabilidade física à erosão, adaptado Lins-de-Barros (2005).....	49
Figura 17-Classificação da orla de Mosqueiro quanto à ocupação humana na linha de costa. Adaptado de Brasil (2004).....	51
Figura 18-Mapa indicativo da posição das construções em relação a linha de costa. Adaptado de Ranieri (2014)	52
Figura 19-Mapa da densidade das construções em relação à linha de costa nas praias da Ilha de Mosqueiro.....	54
Figura 20-Classificação dos riscos na Ilha de Mosqueiro.....	56
Figura 21-Classificação dos danos na Ilha de Mosqueiro. Adaptado de Lins-de-Barros (2005).	58
Figura 22-Representação das praias afetadas pela combinação de processos hidrodinâmicos. (A) Praia grande: Casa destruída. (B) Marahú: Muro de arrimo danificado. Fotografias retiradas em: 16/05/2019. Fonte: Próprio Autor.....	59
Figura 23-Exemplificação das erosões na margem fluvial ocorridas na Praia do Paraíso. Fotografia retirada em: 19/06/2017 (antes da construção da nova orla).....	60
Figura 24-Exemplificação da poluição visual presente nas Praias: (A) Ariramba, (B) Marahú. Fotografia retirada em:22/09/2018. Fonte: Próprio Autor.....	61
Figura 25-Representação das obras de proteção identificadas na Ilha de Mosqueiro.	61
Figura 26-Obras de infraestruturas presentes nas praias. (A) Marahú: rua de terra batida reparada por custeio dos moradores, (B) Bacuri: orla com acumulação de águas das chuvas, (C) Praia Grande: Plataforma de acesso, (D) Fazendinha: Plataforma de Embarque; (E) Bacuri: Dutos emissores. Fotografias retiradas em: 19/06/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.	62
Figura 27-Obras de proteção (Muros). (A) Praia Grande: Casa com barreiras de rochas, (B) Bacuri: presença de muros de arrimos, (C) Areão: construção do muro de arrimo, (D) Praia Grande: Muros de arrimos. Fotografias retiradas em: 19/06/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.	62
Figura 28-Relação entre a aprovação da obra de revitalização da orla da Ilha e a solução dos problemas ambientais.	63

Figura 29-Relação dos principais problemas existentes na Ilha e os problemas minimizados com a construção dos muros de arrimo.....	64
Figura 30-Percentagem do aumento de turistas nas praias e melhorias na mobilidade dos moradores.....	65
Figura 31-Percentagem de frequência nas praias da Ilha de Mosqueiro.....	65
Figura 32-Mapa de áreas especiais para planejamento.....	67
Figura 33-Characterização da tipologia de orla: Setor Norte (A) Orla natural-Tipo A; (B) Orla em processo de urbanização horizontal - Tipo B3 (região da Baía do Sol); (C) Orla em processo de urbanização horizontal-Tipo B3. Setor Oeste: (D) Orla em processo de urbanização vertical-Tipo B4; (E) Orla com urbanização consolidada verticalizada-Tipo C2; (F) orla com urbanização verticalizada- Tipo C4.....	72
Figura 34-Obras de proteção realizadas anteriormente às construções do muro de arrimo. A) São Francisco- Palafitas; B) Marahú- Bolsões de areia; C) Cachimbo- Barreiras de rochas; D) São Francisco- Bolsões de concreto. Foto retirada em: 09/11/2016 e 19/06/2017.....	75
Figura 35-Exemplos de Rip-Rap implantados pela comunidade na praia de Marahú. Fotografia retirada em: 9/11/2016.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Indicadores de Erosão Costeira (Souza e Suguio 2003. Adaptado para área de estudo).	30
Tabela 2- Classificação do parâmetro grau de exposição às ondulações. (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo).....	31
Tabela 3- Cobertura Vegetal na linha de costa adotada como uma das variáveis para determinação do grau de resistência costeira. (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo).....	31
Tabela 4- Descrição do Grau de Danos (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo)	35
Tabela 5- Matriz de Obras e Danos. (Farinaccio & Tessler 2010. Adaptado para área de estudo).	36
Tabela 6- Grau de instabilidade costeira local obtido na Ilha de Mosqueiro, de acordo com o grau de resistência, grau de exposição e grau de resiliência na linha de costa.....	46
Tabela 7- Classificação da vulnerabilidade física da Ilha.....	48

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1 PRAIAS	4
3.2 GERENCIAMENTO COSTEIRO.....	5
3.3 EROÇÃO COSTEIRA	12
3.4 VULNERABILIDADE E RISCO	14
3.5 PROCESSOS FÍSICOS COSTEIROS	16
3.5.1 Ventos e ondas	16
3.5.2 Correntes	18
3.5.3 Marés	19
3.6 OCUPAÇÃO URBANA NA AMAZÔNIA	19
4 CARACTERÍSTICA DA ÁREA DE ESTUDO	22
4.1 LOCALIZAÇÃO.....	22
4.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	23
4.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS E METEOROLÓGICOS	24

4.4 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS	25
5 MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.1 ESTUDO DA VULNERABILIDADE FÍSICA À EROSÃO (1º PASSO).....	29
5.2 ESTUDO DOS INDICADORES URBANOS (2º PASSO)	32
5.3 AVALIAÇÃO DO GRAU DE RISCO (3º PASSO).....	34
5.4 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DANOS (4º PASSO).....	35
5.5 ESTUDO DAS ADAPATAÇÕES E PERCEPÇÕES À EROSÃO (5º PASSO).....	35
5.6 DEFINIÇÕES DE ÁREAS ESPECIAIS PARA PLANEJAMENTO (6º PASSO).....	37
5.7 PROPOSTA DE MEDIDAS E AÇÕES PARA O PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO COSTEIRO (7º PASSO).....	38
6 RESULTADOS.....	39
6.1 INDICADORES DE EROSÃO COSTEIRA.....	39
6.2 VARIÁVEIS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA INSTABILIDADE COSTEIRA	40
6.2.1 Grau de Exposição	40
6.2.2 Grau de Resistência.....	42
6.2.3 Grau de Resiliência	44
6.3 INSTABILIDADE COSTEIRA LOCAL	45
6.4 VULNERABILIDADE FÍSICA.....	48
6.5 ESTUDO DOS INDICADORES URBANOS.....	50
6.6 AVALIAÇÃO DO GRAU DE RISCO	55
6.7 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DANOS E PREJUÍZOS.....	57
6.7.1 Prejuízos.....	59
6.7.2 Desvalorização.....	60
6.8 ESTUDO DOS TIPOS DE ADAPTAÇÕES E PERCEPÇÕES.....	61
6.8.1 Obras.....	61
6.8.2 Percepção da população.....	63
7 ÁREAS ESPECIAIS PARA PLANEJAMENTO	66

8 DISCUSSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO PESQUISA DE CAMPO.....	88
APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO ON-LINE DE AVALIAÇÃO DE DANOS.....	89

1 INTRODUÇÃO

As zonas costeiras estão sob intensos estresses ambientais, em virtude da excessiva exploração de seus recursos e, em detrimento do uso desordenado do espaço (Gruber *et al.* 2003) ela desempenha o papel de proteção contra erosão, causados pelos fatores oceanográficos (ondas, marés, correntes), meteorológicos (ventos, tempestades) e fluviais (hidrodinâmica estuarina).

Atualmente a erosão costeira passou a ser tratada não apenas pelos estudos voltados para a compreensão dos processos físicos, mas também sob um enfoque socioeconômico. Em decorrência desses fatores os danos em construções que estão situados inadequadamente no ambiente praias, trouxeram esse tema para o meio acadêmico, e nos debates políticos a necessidade de se pensar o planejamento urbano para as orlas costeiras de maneira integrada à noção atual de gerenciamento costeiro (Lins-de-Barros 2005).

A erosão dos solos, embora seja um dos fenômenos naturais mais estudados, ainda é pouco compreendida, principalmente no que se refere à sua previsão, tanto no espaço quanto no tempo. Tal dificuldade resulta, dentre outras razões, das complexas interações entre diversos fatores condicionantes, como as intervenções antrópicas, cada vez mais frequentes (Fernandes *et al.* 2001).

Segundo Bush *et al.* (1999), erosão costeira, ondas de tempestades, inundações provocadas pelos rios e deslizamentos de encosta representam processos intensos de curto período que afetam as zonas costeiras. Portanto, quaisquer atividades naturais implantadas pelo homem em áreas com este processo, tornam-se risco. Em se tratando de ambientes costeiros, a atuação de forças cisalhantes oriundas do fluxo e atuação das ondas, da amplitude de marés e intensidade de correntes, são fatores principais da erosão nestes ambientes. Contudo, na Ilha de Mosqueiro, localizada na Zona Continental Estuarina do Estado do Pará, tanto a erosão pluvial, como a erosão flúvio-marinha são observáveis.

A Ilha de Mosqueiro representa um exemplo regional da problemática que envolve a vulnerabilidade física à erosão costeira e a urbanização de orlas. Tal situação na ilha reflete-se na ocupação humana muito próxima à margem do Rio Pará e nas características naturalmente frágeis desta margem estuarina em longos trechos, resultando em graves danos sobre as

construções na orla da Ilha e, conseqüentemente, prejuízos financeiros em função de desmoronamentos, especialmente em períodos de cheia do rio e após grandes subidas de marés.

Em 2017 um convênio entre o Ministério da Integração Nacional e a Prefeitura de Belém tomou providências emergenciais e criou um projeto para restauração das áreas costeiras em erosão, contemplando 10 praias em caráter emergencial, o convênio assinado por Hélder irá recuperar a orla (2017). Nos anos de 2017 e 2018 executou-se a construção de novos muros de arrimo. Contudo, nota-se que esta é uma medida de proteção que se tornou predominante tanto na Ilha, quanto em outras implantações realizadas em orlas no Estado do Pará, desde décadas anteriores. Sendo uma medida de proteção grandemente aplicada a nível regional e até nacional, com boa parte das obras ineficientes ou trazendo estabilidade costeira a curto prazo.

O Projeto Orla é uma das medidas recentes adotadas pelo Governo Federal para tratar o Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI). Este projeto propõe parâmetros de classificação da orla (tipologias de orla), tanto dos seus atributos físico-naturais quanto em relação a sua utilização e conservação (MMA e MPOG 2002). No Pará, o projeto é tratado com base em informações peculiares sobre a hidrodinâmica estuarina e costeira da região Norte (Ranieri 2014).

Diante dos fatores atuais que norteiam o gerenciamento costeiro a nível nacional e regional, o presente trabalho visa classificar a orla da Ilha de Mosqueiro/PA quanto à ocupação humana e analisar a vulnerabilidade e risco à erosão costeira nela. Além de propor a classificação de sua orla com base no decreto n.º 5.300, de 7 de dezembro de 2004, que indica os parâmetros para esta classificação, segundo o Projeto Orla (Brasil 2004).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Classificar a orla da Ilha de Mosqueiro/PA quanto à ocupação humana e analisar a vulnerabilidade e risco à erosão costeira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a tipologia de orla da Ilha de Mosqueiro;
- Identificar áreas estáveis, críticas ou de risco potencial à erosão costeira através do estudo nas praias da Ilha;
- Avaliar os danos, adaptações, prejuízos e a percepção da população em relação à erosão;
- Sugerir medidas visando contribuir para a mitigação da condição erosiva na área de estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PRAIAS

As praias são sistemas transicionais, altamente dinâmicos e sensíveis, estão a todo tempo se ajustando às variações de energia local. Portanto, a sua principal função ambiental é atuar como zona tampão, ou seja, protegendo a costa da energia direta do oceano (Hoefel 1998). Para King (1959), a praia é um ambiente costeiro de composição variada, formado comumente por areia e condicionado pela interação de ondas sobre a costa.

Segundo a Lei n.º 7.661/88, o ambiente praias é considerado como área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescidas de uma faixa subsequente de material detrítico, como areias, cascalhos, pedregulhos e seixos no limite onde se inicia a vegetação natural, e em sua ausência onde se inicie outro ecossistema. Já no art. 10 da presente lei, as praias são consideradas de uso comum e público, com acesso livre e franco a elas e ao mar, em quaisquer direções e sentidos, é um direito de todos. Exceto quando: trata-se de trechos considerados de interesse da Segurança Nacional, ou protegidas por uma legislação específica (Brasil 1988).

Os bens de uso comum do povo são destinados ao uso coletivo, devendo ser utilizado pelas pessoas, em igualdade. São inalienáveis (não devem ser transmitidos nem por doação, venda ou permuta), imprescritíveis (não podem ser objeto de aquisição de propriedade ou quaisquer direitos de posse prolongada), impenhoráveis (não devem ser transferidos forçadamente, seja para garantir a execução de um título judicial ou extrajudicial) e insuscetíveis de serem onerados (não podem ser dados em garantia por uma dívida contraída pelo poder público) (Saule Júnior 2006).

A praia consiste no depósito de sedimentos formado pelas ondas. Embora a maioria das pessoas entenda como praia somente aquela região visível, o qual situa-se acima da linha da água, ela é bem mais ampla, inicia-se onde a atividade das ondas alcança o fundo até o limite onde atingem a face da praia. Bancos de areia e canais estão presentes na zona de surfe, mas ofuscados pelas ondas e pela arrebentação (Short 2000).

Para Manso *et al.* (2001) e Bird & Schwartz (1985), as praias estão sujeitas a diversas forças e processos, dos quais são resultantes a sua formação. Logo, a sua estabilidade depende dessas forças que pode se igualar as perdas e ganhos de sedimentos. Tal equilíbrio, no entanto, nem sempre é possível, haja vista que a ideia de uma praia natural deve ser estável não é sustentada temporalmente.

O resultado das interações entre as ondas que incidem sobre a praia, os sedimentos e a morfologia é denominado de morfodinâmica praial, obtém-se dessa interação a resposta um ciclo fechado retroalimentado, que ocasionalmente a onda atuará diretamente sobre o sedimento, modificando a sua morfologia, o qual influenciará novamente essa atuação (Short1999).

Para Mocellin (2006), não é exclusivamente a granulometria do sedimento ou o tamanho da onda que define a sua morfologia, mas sim a interação entre elas que será determinante.

Para Suguio (1998) e Pop (2010), praias são definidas como um seguimento de corpo aquoso seja ele um lago, mar ou oceano, estendendo-se em direção à terra, a partir da linha de maré mais baixa, com composição de material inconsolidado, em sua maioria arenoso (0,062 a 2 mm), raramente composta de cascalhos (2 a 60 mm), ou de conchas de moluscos, etc., estendendo-se da baixa-mar média região de interação das ondas com o substrato para cima, até a linha de vegetação permanente (no limite da atuação das ondas de tempestade), com prolongamento onde se observa mudanças fisiográficas, a exemplo da presença de dunas, falésias marinhas e vegetação.

Diante dos conceitos expostos acima, é possível delimitar o ambiente praial em direção ao continente, utilizando-se mudanças fisiográficas: vegetação, dunas, falésias e, até mesmo uma orla, para definir seu limite interno. Externamente, o ambiente limita-se até um pouco além da zona de arrebentação de ondas, devido à mudança de posição desta zona durante tempestades. A praia é, portanto, formada pela interação entre ondas e sedimentos acumulados, onde a sua largura está direta e indiretamente relacionada com o campo de atuação de ventos e ondas, marés e correntes, responsáveis pelo movimento constante e retrabalhamento sedimentar.

3.2 GERENCIAMENTO COSTEIRO

Em 1974 criou-se uma Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) pelo Decreto n.º 74.557, de 12 de setembro de 1974 (Brasil 1974). A mesma comissão foi responsável por elaborar a Política Nacional de Recursos para o Mar, aprovada em 12 de maio de 1980, sendo a mesma lei promulgada por meio do Decreto n.º 5.377, de 23 de fevereiro de 2005, cujo objetivo consiste em orientar o desenvolvimento das atividades que visem a efetiva utilização, exploração e aproveitamento sustentável dos recursos naturais, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental, com vistas ao desenvolvimento socioeconômico do País (Brasil 2005).

Já em 1981 a Lei n.º 6.938, da Política Nacional de Meio Ambiente, visa a preservação, a melhoria e recuperação da qualidade ambiental (Brasil 1981). Por conseguinte, a Constituição Federal de 1988 no seu artigo n.º 225, dispõe que o Meio Ambiente é um bem de uso comum essencial à sadia qualidade de vida, e no parágrafo, 4º declara a Zona Costeira como um patrimônio nacional e sua utilização se dar na forma da lei, em condições que assegurem a preservação do meio ambiente (Brasil 1988).

O conceito de Patrimônio Nacional aplicado é passível de diversas interpretações, pois não significa que este seja um bem somente da União o qual estão listados no artigo 20 da Constituição Federal, neste caso é entendido como um bem pertencente à nação, ou seja, é um interesse público, visto que o povo se utiliza desses bens. Dessa forma, a Constituição Federal é uma lei que deve ser dada efetividade, impondo a defesa de qualquer Patrimônio Nacional perante as presentes e futuras gerações (Fracalossi & Fachin 2012).

Sendo a Zona Costeira um Patrimônio Nacional é necessário instrumentos que gerencie seu desenvolvimento e conservação ambiental, surgindo o conceito de Gerenciamento Costeiro.

Assim sendo, instituiu-se o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), por meio da Resolução 01/90 (D.O.U 1990), onde o gerenciamento costeiro é um conjunto de atividades e procedimentos que, através de instrumentos específicos, permite a administração dos recursos da zona costeira (Pollete & Silva 2003).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), foi instituído pela Lei n.º 7.661 em 1988 e, a primeira versão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC I), foi apresentada em 1990 e publicada na forma de Resolução pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM N.º 01/1990, que consiste no detalhamento e operacionalização desta lei (D.O.U 1990). O PNGC é uma parte integrante da lei que trata das políticas de Recursos do Mar (Decreto n.º 74.557/1974), com a finalidade de coordenar os assuntos relativos à consecução da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) (Brasil 1974).

O PNGC é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e tem por finalidade orientar a utilização racional dos recursos da zona costeira, com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população, a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, presente no art. 6º, inciso I e II (Brasil 1988).

Nesse plano, considera-se a zona costeira uma área de interação entre os sistemas ar, mar e terra, incluindo os recursos presentes renováveis ou não, abrangendo uma faixa marinha

e outra terrestre. A porção continental é delimitada pelos limites políticos de municípios litorâneos, ou regiões não defrontes com o mar, influenciadas por processos marinhos, como a maré.

Já a porção marinha é delimitada pela extensão do Mar Territorial (12 milhas náuticas ou 22,2 km a partir da linha de base) (Brasil 1988).

O artigo 5º do PNGC afirma que este deve ser elaborado e posto em prática, respeitando as normas, os critérios e os padrões referentes a manutenção de preservação do meio ambiente, exigidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) contemplando os seguintes aspectos: urbanização, ocupação e o uso do solo, subsolo e das águas, sistema viário e de transporte, energia, habitação, saneamento básico, turismo, recreação, patrimônios naturais, étnicos e cultural (Brasil 1988).

Em 3 de dezembro de 1997 o PNGC passou por uma revisão, sendo aprovado junto ao CIRM o PNGC II, e está em vigor até os dias atuais (Marinha 1997). Essa revisão trouxe modificações em todas as esferas governamentais desde a estruturação e execução do Plano, pois a primeira versão dele limitava a atuação dos municípios e da união, ficando a responsabilidade ao estado (MMA 2013).

O PNGC II estabelece novas demandas considerando que a zona costeira abriga ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é determinada pela transição de ambientes terrestres e marinhos. Em virtude dessas interações conferem um caráter de fragilidade e que requerem, atenção especial do poder público, o que justifica sua inserção na Constituição brasileira como região de patrimônio nacional, logo, o conceito perde um sentido mais acadêmico e passa a ter um caráter político administrativo (PNGC II 2004).

O PNGC II visa estabelecer ações e consolidar os avanços já obtidos anteriormente, que possibilitem o seu aprimoramento, facilitando o atendimento e resolução de situações que apareçam ao longo da Zona Costeira brasileira. O intuito deste plano visa garantir a qualidade de vida da população, e a proteção dos ecossistemas, garantindo melhor qualidade ambiental e o desenvolvimento sustentável (PNGC II 2004). Nesse contexto, no PNGC II criou-se o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO, pela portaria Ministerial n.º 0440 de 20 de dezembro de 1996, no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), com objetivo de promover a articulação das ações federais incidentes na Zona Costeira (Marinha 1997).

As ações do GI-GERCO ocorrem a partir da aprovação do plano de ação federal, tendo como instrumentos de ordenamento ambiental, a elaboração de planos de gerenciamento nas diferentes esferas de governo (Pereira & Oliveira 2015). O resultado principal dessa elaboração de agendas de atuação foi o Plano de Ação Federal – PAF, e o campo de atuação na zona costeira é da União. Neste contexto, a primeira versão do PAF para a Zona Costeira, ocorreu em 1988, teve como meta promover a articulação das atividades e ações da União na Zona Costeira (Marinha 2005).

Além dos instrumentos de gestão citados anteriormente, também foram implementados o: Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC), Sistema de Informações de Gerenciamento Costeiro (GERCO), Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA-ZC), Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC), Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC), Plano de Gestão da Zona Costeira (PGZN) (Pereira & Oliveira 2015).

Vale ressaltar que a lei do PNGC somente foi regulamentada em 2004 por meio do Decreto n.º 5.300, pois esse dispõe sobre as regras de uso e ocupação da zona costeira (D.O.U 2004). Neste decreto está previsto as políticas nacionais do Meio Ambiente, para os Recursos do Mar e para os Recursos Hídricos, dispostos na Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, presente no art. 5º, incisos I e II, onde ambos reforçam os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil e dos direitos de liberdade de navegação (Brasil 1997).

Uma das principais frentes de ação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) é o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla), cujo objetivo principal consiste em proteger os ambientes costeiros, e buscar uma melhor gestão para as áreas de domínio da União, aproximando as políticas ambientais, patrimonial e urbana. Esse projeto consiste em uma coletânea de documentos estruturados em 5 publicações: fundamentos para Gestão Integrada (MMA 2002), subsídios para um projeto de Gestão (Freire 2004), guia de Implementação (Orla 2005), manual de gestão (Orla 2002, Zamboni & Vilanova 2006, Orla 2007) e, implementação em Territórios com Urbanização Consolidada (Nakano 2006).

A orla conforme o Decreto n.º. 5.300/2004, no seu art. 22, é definida a como uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar, cujos limites definidos são na zona marítima, até a isóbata de 10 m onde a ação das ondas passam a sofrer influência da topografia do fundo marinho e, na zona terrestre, 50 m em áreas urbanizadas ou 200 metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de

preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como áreas de escarpa, falésias, manguezais, estuário, marismas entre outros (Figura 1) (Brasil 2004).

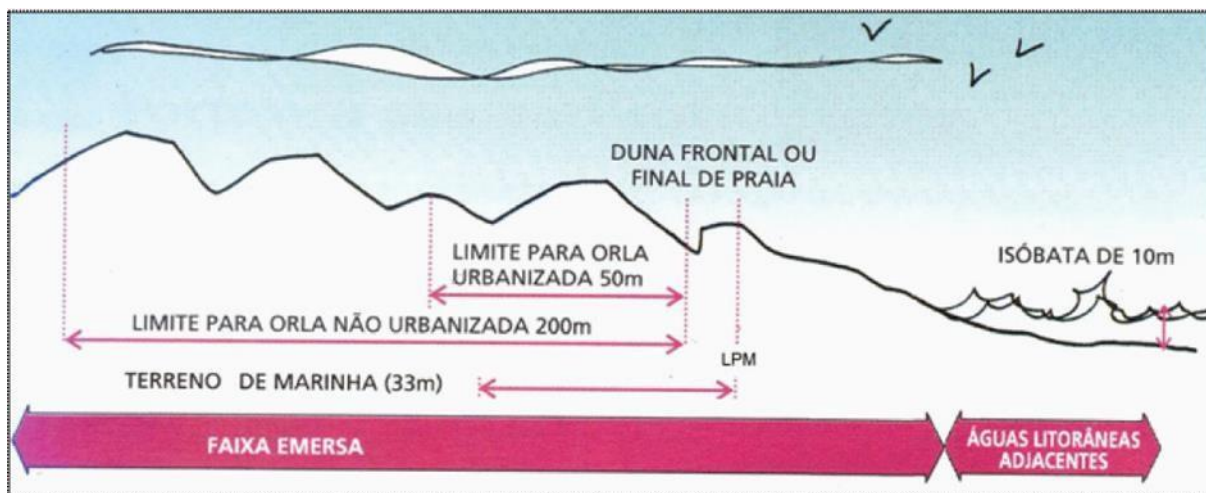


Figura 1- Desenho esquemático da orla marítima do Brasil, segundo a metodologia proposta no Projeto ORLA (Freire 2002).

A proposta de delimitação estabelece, portanto, uma faixa de proteção da costa na perspectiva de manter as características paisagísticas e prevenir quanto à elevação do nível do mar, contemplando o "princípio da precaução" (Freire 2002).

Nota-se que com o passar do tempo uma diferenciação no conceito do Gerenciamento Costeiro, sendo implantado também o conceito de Gerenciamento Costeiro Integrado.

De acordo com Pollete & Silva (2003), existem diferenças no conceito de gerenciamento costeiro e gerenciamento costeiro integrado, pois o primeiro conceito é mais amplo, considera todas as atividades setoriais que afetam a zona costeira e seus recursos, lidando também com os principais temas ou problemas sociais e econômicos, bem como aqueles relacionados à questão ambiental e/ou ecológica. Em contrapartida, o segundo conceito é referente a um processo, caracterizado por ser participativo, contínuo, interativo e adaptativo, e que inclui uma série de deveres associados, e que também devem alcançar metas e objetivos pré-determinados.

Segundo os referidos autores, o conceito de Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) começou a aparecer no meio científico a partir da década de 1980, com as dificuldades inerentes de gerenciamento de apenas um setor costeiro, tornando-se evidente que a zona costeira era mais complexa do que parecia, logo esse termo tornou-se então mais compreensivo.

Outro aspecto importante a se observar nas áreas costeiras são as regras específicas, estabelecidas pela presente Lei n.º 7.661/88, que diz respeito ao licenciamento ambiental de atividades. O licenciamento ambiental para parcelamento do solo, construção, instalação,

funcionamento e ampliação de atividades está condicionado à apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA (Cavalcante & Aloufa 2018).

De acordo com Granziera (2009), atividades que provoquem a degradação dos ecossistemas, dos recursos naturais da Zona Costeira, gerará, para seu autor, a obrigação de reparar o dano causado. Tudo isso demonstra a complexidade que envolve a gestão costeira, devido à interação entre setores distintos, com a necessidade de articulação institucional, entre estados e municípios, objetivando assegurar o equilíbrio ecológico.

A constituição Federal por meio do Gerenciamento Costeiro Integrado assegura 3 (três) direitos coletivos: os direitos aos planejamentos das cidades, gestão democrática por meio da participação da população, e ao meio ambiente equilibrado, lei presente no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/01) (Estatuto 2001).

Em 2005 houve uma revisão do PAF ZC, uma versão atualizada pela resolução nº 07/2005 (Marinha 2005). A atualização coloca no eixo de discussão a interação interinstitucional na esfera da União, reforçando a importância desse mecanismo como catalisador de ações para atender às novas diretrizes governamentais, para ampliação dos avanços e para definição de estratégias visando atender os objetivos do PNGC e seus instrumentos. Em 2013 o PNGC completou 25 anos, o Ministério do Meio Ambiente apresentou um panorama dos avanços e obstáculos, por meio de um documento, contextualizando o processo histórico, os principais marcos legais, iniciativas, estudos e publicações relacionadas (Pereira & Oliveira 2015).

Recentemente, em 10 de dezembro de 2018, foi lançado o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro e Comissão Interministerial para Recursos do Mar (GI-GERCO/CIRM), objetivando orientar tecnicamente, a partir de diretrizes mínimas as obras de proteção e prevenção à erosão costeira; e também contribuir para otimização dos recursos públicos investidos na zona costeira através de ações integradas entre os órgãos que os disponibilizam às obras costeiras, bem como às demais instituições com função regulatória às intervenções (Cirm 2018).

Tratando-se da zona costeira paraense o gerenciamento costeiro do Estado do Pará inicia-se em 1990, com ações do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro no Estado do Pará (GERCO/PA); tornou-se um dos instrumentos de ação da Política Estadual de Meio Ambiente (Lei n.º 5.887/95). O PNGC, no Estado do Pará, teve inicialmente a coordenação do

Programa a cargo do Instituto do Desenvolvimento Econômico- Social do Pará – IDESP, que realizava os estudos para o Zoneamento e Plano de Gestão, enquanto a Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTAM, cabia o monitoramento e a gestão propriamente dita; contando ambos com a participação de outros órgãos do Estado e do Governo Federal (Silva 2011).

A Lei Estadual n.º 6.211 de 28/04/99 extinguiu o IDESP e transferiu a responsabilidade da SECTAM, a coordenação total das atividades do Programa (PGE 1999). Já em 2006, criou-se um Comitê Técnico Estadual de Apoio ao Gerenciamento Costeiro do Pará – CTGERCO, no âmbito da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, através da portaria n.º 131 em 27/03/06, compondo-se as seguintes instituições: SECTAM, SAGRI, EMATER, IBGE, UFPA, SIPAM, GRPU, IBAMA/CNPT, MPEG, UFRA, CPRM, Marinha do Brasil - DPC/Capitania dos Portos do Pará, representantes das associações dos municípios envolvidos e de Organização Não-Governamental que comprovadamente desenvolvam trabalhos técnico-científicos na área costeira (Silva 2011).

A referida lei foi ratificada por meio do Decreto n.º 1.759 de 19 de maio de 2017, publicada no Diário Oficial do Estado n.º 3378, de 22/05/2017, e o Comitê Técnico de Apoio ao Gerenciamento Costeiro do Estado do Pará (CT-GERCO/ PA) fica vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), que fica a cargo da responsabilidade e do desenvolvimento de projetos que visem preservar, promover a gestão da orla flúvio-marítima paraense (SEMAS 2017).

Foi sancionada também a Lei n.º 9.064, de 25 de maio de 2020, publicada no Diário Oficial do Estado n.º 34 234, de 27/05/2020, o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA), que visa assegurar a conservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, além criar e implementar instrumentos e formas de fiscalização, e garantir o ordenamento do uso e ocupação da Zona Costeira (D.O.E 2020).

Está presente no Art. 6º do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA) as abrangências geográficas, sendo composta por 47 municípios subdivididos em 5 (cinco) setores: (1) Marajó Ocidental: Afuá, Breves, Anajás, Chaves, São Sebastião da Boa Vista, Curralinho, Melgaço, Portel, Bagre, Oeiras do Pará e Gurupá, (2) Marajó Oriental: Santa Cruz do Arari, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras e Muaná, (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, (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 (5) Costa Atlântica Paraense: Santarém Novo, Salinópolis, São João de Pirabas, Primavera, Quatipuru, Capanema, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa e Viseu.

Por se tratar de uma lei com embasamento federal, isso demonstra um ganho para a população paraense, visto que através disso tem-se o acesso aos recursos que são destinados aos gestores para serem utilizados na preservação da orla, conservação da fauna e flora, serviços ecossistêmicos e, no desenvolvimento sustentável da zona costeira. Além disso, o poder público estadual exerce um papel importante nas políticas referentes à zona costeira, sendo o “elo” de comunicação com os municípios e com a população.

Diante do exposto é viável frisar que a zona costeira brasileira é rica e diversa, e em detrimento a esse contexto têm-se conflitos de interesse e, como consequência, diversos impactos ambientais, socioeconômico e cultural. O desafio encontrado na zona costeira é justamente compatibilizar as atividades que são desenvolvidas nesta região, diante desse contexto que ocorreu o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para zona costeira, com o objetivo de zelar pela qualidade ambiental, uso e ocupação do solo.

3.3 EROSÃO COSTEIRA

O problema da erosão costeira é considerado atualmente um fenômeno global. Para Bird (1993) é possível listar as 20 possíveis causas da erosão costeira, os principais são: diminuição de aporte sedimentar por rios, o transporte longitudinal de sedimentos, a redução de aporte sedimentar da plataforma continental e o aumento do ataque das ondas por alguma alteração no clima de ondas ou no relevo marinho. O processo erosivo foi definido por Suguio (1998) como sendo de origem natural, que pode atuar tanto em costa rasa quanto escarpada. Entretanto, vale ressaltar que a erosão costeira pode ser também intensificada pela ação do homem.

Segundo Cai *et al.* (2009), as causas da erosão costeira numa escala global ou regional podem ser naturais: aumento do nível do mar, intensificação de tempestades, subsidência tectônica, alterações nas bacias hidrográficas; e antrópicas: subsidência do solo e construção de barragens, construções que interferem na deriva litorânea, e a retirada de sedimentos. Os processos naturais e antrópicos que resultam na erosão costeira diminuem o balanço sedimentar ou alteram a dinâmica costeira.

Ao falarmos de erosão costeira é importante abordar que os processos associados a ela possuem uma escala temporal para ocorrer, portanto, de acordo com Cowell & Thom (1994) esses processos podem ocorrer numa escala instantânea (segundos, horas e dias), eventual (dias, meses, estações do ano), grande escala (anos, décadas e séculos) e escala geológica (décadas, séculos e milênios).

Neste caso, a escala temporal faz referência às formas atuantes dos processos costeiros, tectônicos e mudanças climáticas e, as modificações que eles geram no ambiente. Portanto, diferentes escalas atuam de maneiras diferentes, resultando modificações como a migração da linha de costa, posição da praia, ganho ou perda de suprimento de sedimentos e deposição ou erosão.

Segundo Muehe (2006), nos estudos sobre erosão costeira, 40% deles ocorrem em praias arenosas, 20% das precedidas por escarpas sedimentares, 15% associadas às desembocaduras de rios e estuários, 15% às desembocaduras de pequenos canais (*inlets*) e 10% referente às praias em progradação. A partir de análises de pesquisas desenvolvidas no Brasil, verificou-se que 80% das causas da erosão são atribuídas a intervenção do homem relacionada a urbanização da costa e a interferência no balanço sedimentar em decorrência da construção de estruturas rígidas (Muehe 2005). No entanto, é preciso alertar, conforme o autor destaca, que a urbanização não provoca erosão, entretanto, a construção de edificações na faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades tende a retomada pelo mar da área construída.

Para Morais (1996), a erosão costeira tem início quando o material erodido é transportado da linha de costa em maior proporção do que é depositado. O mesmo autor divide a erosão costeira em dois tipos: erosão natural e antrópica. A erosão natural é um processo normal de equilíbrio, resultado da sazonalidade dos regimes de ondas e da morfodinâmica das feições fisiográficas costeiras. Enquanto na erosão antrópica existe a interferência do homem de diversas formas nesse sistema dinâmico.

Com a intensa urbanização das orlas, principalmente a partir da década de 1970, este problema passou a ser tratado não apenas pelos estudos voltados para a compreensão dos processos físicos, mas também sob um enfoque socioeconômico tendo em vista os impactos causados nas construções urbanas (Lins-de-Barros 2005).

Segundo Brandão (2008) e Nunes (2011), a erosão costeira é um produto de um conflito entre o processo natural, sendo o recuo da linha de costa, e as atividades humanas. Ela somente torna-se um problema desde o homem constrói um referencial fixo, como residências, estradas,

hotéis, pousadas, restaurantes, em áreas que podem ser afetadas, mesmo que eventualmente, pela ação das ondas, marés e ventos. A erosão costeira provoca vários problemas como a diminuição da largura da praia, a perda e o desequilíbrio dos habitats, crescimento da frequência de inundações, aumento da intrusão salina no aquífero costeiro, destruição das estruturas rígidas feitas pelo homem e, perda do valor paisagístico e do potencial turístico da área afetada (Souza *et al* 2005).

3.4 VULNERABILIDADE E RISCO

O termo vulnerabilidade possui inúmeras definições e distinções na literatura. Segundo Ford (2002), a vulnerabilidade tem origem no latim (*vulnus*) e significa ferimento. No dicionário de Língua Portuguesa vulnerabilidade refere-se à vulnerável, o que significa o lado fraco de um assunto ou questão, ou o ponto em que alguém pode ser atacado ou ferido (Ferreira 1977). Já no dicionário da Língua Inglesa *Webster*, esse termo é associado a susceptibilidade, correspondendo à capacidade de ser afetado ou vulnerado (Morehead & Morehead 1995).

De acordo com Gouldby & Samuels (2005), a vulnerabilidade à erosão costeira apresenta-se como um arranjo de variáveis que destacam uma maior fragilidade, passividade, ou susceptibilidade em relação à incidência de um evento, fenômeno, ou de uma ação de potencial destrutivo. Já para Dal Cin & Simeoni (1994), o termo deve ser compreendido como a possibilidade de ocorrer erosão, ou não, logo essa característica está ligada à determinação de índices, que quando baixos, maior é a segurança de quem vive nesta região.

De acordo com Birkmann (2007), a definição de vulnerabilidade aproxima-se muito de exposição, ou seja, está relacionada aos enfrentamentos de caráter físicos e sociais. Sendo ela muitíssima interpretada como um elemento ligado à nossa capacidade de adaptação as características costeiras, frente as mudanças antrópicas. Segundo o IPCC (2014) vulnerabilidade é o estudo de uma área ou com tendência natural a ser adversamente afetada, englobando diversos conceitos e elementos, o qual inclui o fator sensibilidade e suscetibilidade aos danos e a falta de capacidade para lidar e se adaptar.

O relatório de vulnerabilidade costeira para a América Latina, em 2012, destacou que os países de maior vulnerabilidade costeira são: México, Cuba, Bahamas, Argentina e Brasil (ECLAC 2012). Neste último, torna-se importante frisar que todas as regiões costeiras sofrem com os problemas erosivos, e que inúmeras vezes ocorrem danos ao patrimônio e perdas em caráter econômico (Muehe 2006).

Neste contexto esse termo vulnerabilidade é associado à ideia de capacidade de adaptação e de resiliência de um ambiente e possui 2 conceitos: (1) a vulnerabilidade física, que está atrelada às definições de suscetibilidade, resistência e resiliência, e diz respeito a capacidade de resposta natural a uma perturbação (Klein *et al* 2003); (2) a vulnerabilidade socioeconômica, sendo determinada pelo impacto potencial e pela capacidade de prevenção das tecnologias, das instituições, etc., em deter ou amenizar estes impactos (Lins-de-barros 2005).

Segundo Klein & Nicholls (1999), a vulnerabilidade física é subdividida em três propriedades: (1) Suscetibilidade, potencial de ser afetado pelo problema em questão, (2) Resistência, habilidade de resistir ao impacto, (3) Resiliência, refere-se à velocidade de recuperação após o impacto do fenômeno em questão.

Desta forma, a vulnerabilidade física deve ser entendida como a capacidade de recuperação da costa aos eventos erosivos, e não deve estar somente ligado às exposições aos processos naturais e, sim, como estes afetam as pessoas, e as estruturas, os quais podem gerar danos e, conseqüentemente prejuízos, sejam estes ambientais ou humanos. Fatores ocorrentes, como o crescimento urbano desordenado, as modificações do espaço rural ou urbano, as construções em locais inadequados, são os fatores responsáveis pelo aumento da vulnerabilidade costeira, principalmente para as populações com os menores poderes aquisitivos.

Diante do exposto acima sobre a vulnerabilidade costeira, é possível relacioná-la ao termo risco. Segundo Zuquete *et al.* (1995), o termo risco (*risks*) é utilizado em referência aos elementos naturais e antrópicos, ante um evento perigoso condicionado a uma área e a um espaço. Para Giddens (1991), o termo risco é originário na língua espanhola e é comumente associado ao fator perigo de naufrágio. Independente da origem, o risco estaria sempre relacionado a algum perigo, a uma incerteza e a uma quebra da estabilidade.

Para Cunha & Dimuccio (2002), o mesmo termo é definido como a possibilidade de ocorrência de um fenômeno na escala de ordem temporal e espacial, ou seja, algo imprevisível, indesejável, de caráter negativo de suas conseqüências na vida do homem e sociedade. Nessa perspectiva, o risco é entendido como os potenciais danos decorrentes de tais eventos e associados a perdas financeiras (Buchelle *et al.* 2006).

Souza (2004) revisou o termo risco e os seus conceitos associados visando a sua aplicação nas áreas de inundações, alagamentos e enchentes. Em suma, pontua-se o termo como sendo intrinsecamente associado a uma probabilidade de ocorrer danos (*damages*), perdas e

prejuízos materiais, da vida humana e ambientais. Portanto, suas revisões e definições corroboram o exposto acima. Para o IPCC (2014), o mesmo termo está associado probabilidade de ocorrerem consequências onde algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade dos valores. O risco é muitas vezes apresentado como a probabilidade de ocorrência de eventos ou tendências perigosas multiplicadas pelos impactos, se estes eventos ocorrerem ou essas tendências existirem. Esse termo é utilizado principalmente para fazer referência aos riscos dos impactos relacionados com as alterações climáticas.

Apesar de parecerem sinônimos, vulnerabilidade e risco são termos distintos, o primeiro termo tenta traduzir consequências já previsíveis, sobre o homem e a sociedade, intimamente relacionados a um fenômeno natural. O outro só pode existir se houver danos a uma população, especialmente em se tratando de risco costeiro. Portanto, uma dada região pode obter uma alta vulnerabilidade física, porém se não houver a ocupação humana, então o risco é considerado ausente. O contrário é verdadeiro, existindo similaridade, visto que se houver uma região densamente ocupada em local exposto, como na linha de costa, podemos ter um elevado risco e uma vulnerabilidade alta.

3.5 PROCESSOS FÍSICOS COSTEIROS

3.5.1 Ventos e ondas

Os ventos possuem papel importante na formação de ondas e na dinâmica da morfologia costeira, sendo responsáveis não só pelo processo de transporte dos grãos nos ambientes praias, como também pela geração de ondas, que ao atingirem a costa, atuam na deriva litorânea favorecendo o transporte ao longo da mesma (Fonzar 1994).

As ondas são extremamente importantes na configuração da topografia de costa e na deposição/transporte de sedimentos. Realizam selecionamento e redistribuição de sedimentos trazidos pelos rios, formando as praias, bancos arenosos longitudinais, ilhas barreiras, pontões arenosos, etc. (Suguio 1973).

As ondulações que chegam à costa (ondas incidentes ou gravitacionais) sofrem o efeito de refração no fundo em função da diminuição da profundidade; já a difração consiste na propagação de energia de uma onda através de sua crista, ao redor de obstáculos (presença de ilhas, promontórios, etc.). Isso gera perturbação na forma, direção e propagação das ondas, de tal modo que, elas chegam a convergir em único local, e essa concentração de energia gera a

erosão e, se há divergência, há dispersão de energia, ocorrendo, então, a deposição (Valente 2019).

A quebra da onda ocorre porque o contato das partículas de água que se movimentam próxima ao fundo isso gera um atraso em relação à superfície, elas se movem mais livremente por se ter uma área maior, e faz com que a frente da onda quebre. A profundidade de quebra é cerca de 1,3 vezes a altura da onda (Schmiegelow 2004). Em profundidades menores do que a metade do comprimento de onda ($L/2$), as ondas começam a agir como ondas de águas rasas, ou seja, começam a sentir e remobilizar o fundo submarino (Silva *et al.* 2004).

A quebra de ondas (Figura 2) se dá basicamente de 4 modos distintos, segundo Hoefel (1998):

- a) Ascendentes (*Surging Breaker*): são comuns em praias de alta declividade;
- b) Mergulhantes (*Plunging Breaker*): são observadas principalmente em praias com declividade moderada a alta. Logo, após as cristas das ondas romperem-se após formarem um enrolamento em espiral;
- c) Deslizante ou Progressiva (*Spilling Breaker*): Predominam em ambientes topograficamente de fundo mais suave, principalmente quando elas quebram percorrendo uma grande distância;
- d) Frontal (*Collapsing Breaker*): comumente são observadas em praias intermediárias, cujas características podem ser mais suaves ou de alta declividade, sendo os tipos mergulhante e ascendente.

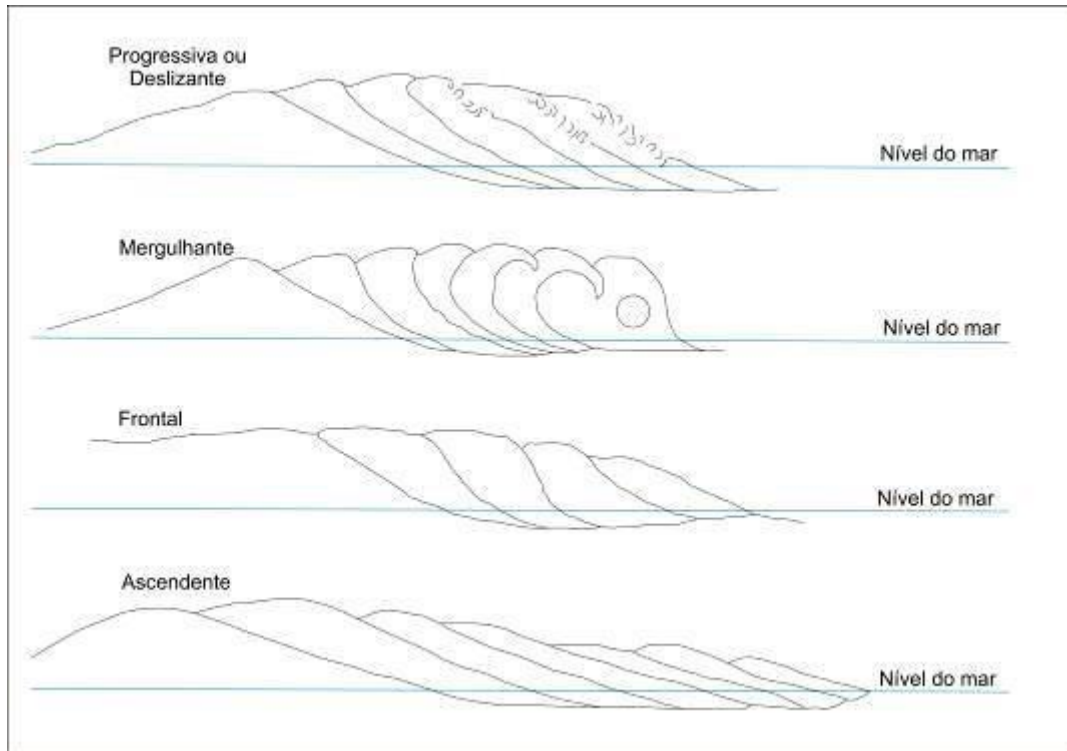


Figura 2- Exemplificação dos tipos de quebras de ondas nas zonas costeiras. Fonte: Alves (2002).

3.5.2 Correntes

A incidência de ondas na linha de costa gera correntes costeiras, onde o ângulo de incidência delas nas praias é que determinará a categoria de circulação costeira. As correntes induzidas por ondas são geradas por dois tipos de mecanismos e divididas em: correntes de deriva litorânea (*longshore currents*) e correntes de retorno (*rip currents*) (Valente 2019).

De acordo com Komar (1976), quando duas correntes convergem da deriva litorânea, e as ondas se aproximam paralelas à linha de costa ou em ângulos $\leq 5^\circ$, ou apenas com um sentido preferencial, podem produzir correntes de retorno concentradas. Ainda segundo Komar (1976) e, conforme citado por El-Robrini *et al.* (2006, 2018), caracterizar a deriva litorânea em campo não é muito fácil. No entanto, métodos indiretos podem revelar de maneira aproximada seu desenvolvimento sem, entretanto, estimar suas taxas.

Outro processo físico de extrema importância, especialmente em áreas com macromarés, são as correntes de marés.

Os estuários são influenciados em uma maior e menor amplitude pelas correntes de marés. Sobre estas correntes, é importante destacar que a energia das marés sobre elas atua como um mecanismo de misturas entre as águas doces e salgadas, e provocam a suspensão, o

transporte e a deposição dos sedimentos, a formação de canais, bancos e a redistribuição de contaminantes que possam existir na área (Correa 2005).

3.5.3 Marés

Rosseti (2008) define marés como o resultado do movimento periódico do nível da água em função do movimento de rotação da Terra, ajustado ao efeito gravitacional provocado pela atração gravitacional da Lua e do Sol. Essas forças causam duas protuberâncias ou elevações na superfície do oceano, geradas em lados opostos da Terra, causando as marés mais altas. Apesar da pequena altura, é possível afirmar que tais saliências da água mostram grandes comprimentos de ondas. Já no outro extremo, ocorre marés mais baixas.

Durante um mês, as variações entre o alinhamento do sol e da lua geram as marés astronômicas de sizígia (lua nova e cheia) e de quadratura (quartos de lua). As marés de sizígia são cerca de 20% mais altas (maré alta) e mais baixas (maré baixa) do que as marés de quadratura (Souza *et al.* 2005). De acordo com Davies (1964), as costas apresentam diferentes regimes de marés, em função da sua latitude geográfica. Estas podem ser classificadas em três tipos: micromarés, quando a amplitude de maré de sizígia é <2 m; mesomarés, quando as amplitudes variam entre 2 e 4 m; ou macromarés, quando as amplitudes são >4 .

3.6 OCUPAÇÃO URBANA NA AMAZÔNIA

Os modelos de urbanização presentes na Amazônia são produto de diversas ocorrências em virtude dos grandes projetos de ocupação, porém nem todas as modalidades de ocupação estão ligadas as atividades industriais, apesar de influenciarem no processo de ocupação. As principais características desse modelo baseiam-se nas perspectivas de estudos de Becker (1988, 1990 e 2003), são:

A) **Urbanização espontânea:** ocorre em áreas de ação indireta do governo, neste modelo prevalece a relação de trabalho assalariado e renda da terra. Os núcleos urbanos possuem diferenças no processo de produção dos seus espaços (sede de comércio, serviços de consumo e de circulação), ou de reprodução onde se localizam nos locais periféricos de povoados e vilas (as mãos de obras, peões etc.).

B) **Urbanização de grandes projetos privados:** estão vinculados a exploração de seus recursos, em investimentos de longo prazo à terra e sua produção, são isolados, semi

autossuficiente e depende de uma base urbana para a instalação de residências para os técnicos, seus trabalhadores e, demais atendimento a massa de trabalhadores.

C) **Urbanização dirigida:** consiste em uma urbanização planejada e executada diretamente pelo estado, com núcleos urbanos rurais hierarquizados em torno de um polo, a Rurópolis, o qual consiste em áreas de influências constituídas de agrovilas. O outro é baseado no povoamento, onde sua colonização tem como base rodovias. Já as particulares ocorrem em terras virgens.

D) **Urbanização tradicional:** corresponde aos povoados situados ao longo dos rios, onde a expansão e o crescimento das capitais estaduais não foram suficientes para alterar o padrão tradicional, ou seja, se preservou o padrão de um centro regional administrando uma rede de povoados.

A descrição dos processos históricos de ocupação na Amazônia se dá por volta de 1540. Posteriormente, no século XVIII haviam as missões religiosas, pequenas vilas e fortificações ibéricas que se instalaram ao longo da planície de inundação dos rios Amazonas e seus afluentes. Esses núcleos pequenos contribuíram para a formação urbana da região (Becker 1988). Segundo Machado (1999), a urbanização define os modos de produção do espaço, a estrutura, a evolução e o conteúdo do sistema.

A urbanização de fato somente ocorreu no século XIX, o povoamento era sustentado em volta da exploração da borracha. Ocorria ao longo de regiões produtivas de várzeas e da circulação fluvial. Em 1912 com a queda da borracha isso gerou estagnação, esvaziamento para as cidades que estavam se desenvolvendo em prol dessa produtividade. Outras formas de produção foram consideradas: a produção de gado no Mato grosso, a exploração mineral no Tocantins e o cultivo de arroz no Maranhão (Becker 1990, Kampel 2001, Machado 1999).

Na década de 50, o agrupamento de cidades ocorreu pela formação de povoados ao longo dos rios, em torno da Zona Bragantina e Cuiabá. Já em 1943 Getúlio Vargas criou os territórios de Guaporé (AC) e Rio Branco (RR) de modo a se estimular o desenvolvimento econômico. Logo mais em 1966, adotaram-se estratégias em que o Estado desenvolveu papel essencial no povoamento e valorização das terras Amazônicas através de planos de desenvolvimentos, e investimento em infraestruturas (Machado 1999).

As formas de ocupações dos núcleos urbanos se desenvolveram através de políticas governamentais de integração do território, a exemplo a política urbana Polamazônia em 1974,

onde investiu-se bastantes recursos para o desenvolvimento dos polos de crescimentos urbanos e, a Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM 1976). Uma segunda proposição elaborada pelo Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária (INCRA) intitulada urbanismo rural se projetou em virtude da implantação de núcleos urbanos ao longo da rodovia Transamazônica entre os anos de 1970 e 1974 (Becker 1988, 1990).

Outro movimento de urbanização intitulado de "fronteira econômica" surgiu com a urbanização concentrada em capitais estaduais, no âmbito inter-regional, favorecendo o processo de metropolização da Região Metropolitana de Belém (RMB), na década de 1970 (Trindade Júnior 1988).

Até o fim do século XIX, Mosqueiro ainda não havia despertado interesse nos moradores de Belém. Em 10 de janeiro de 1904 é que se instala oficialmente o primeiro transporte entre a Vila e as praias, com a construção de um ferro-carril. Esse cenário muda entre os séculos XIX e XX, quando Belém experimenta os excelentes resultados da borracha, no período conhecido como *béllle-époque* (Ferreira 2010).

Os primeiros indícios de urbanização na Ilha de Mosqueiro ocorreram quando o padre Antônio Nunes da Silva recebeu da Província Imperial a doação de terras referentes a Baía do Sol no dia 6 de dezembro de 1946, mediante o sistema de divisão de terras proposto por Portugal de modo a se evitar que as terras ficassem inutilizáveis, conhecido como sesmaria conforme Rocha & Celestino (2010).

A evolução da Ilha de Mosqueiro pode ser dividida em três épocas. A primeira inicia-se pelas praias localizadas na vila, quando a população de Belém procura novos refúgios, tem-se então o avanço pelas praias do Farol, Chapéu Virado, Porto Arthur, Murubira e Ariramba. A segunda fase da ocupação de Mosqueiro foi especificamente já com foco nos balneários. A terceira fase se dá pela procura de locais mais distantes da vila, como a praia da Baía do Sol, situado ao norte da Ilha (Meira Filho 1978). Uma nova forma de ocupação na ilha ocorreu em 12 de janeiro de 1976, com a inauguração da ponte Sebastião R. de Oliveira, ligada à Ilha através da PA-391 - Rodovia Augusto Meira Filho concluída em 1965, com isso, Mosqueiro integrou-se ao continente (Ferreira 2010).

4 CARACTERÍSTICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A Ilha do Mosqueiro é um distrito administrativo de Belém (Figura 3). De acordo com Sales (2005) e Palheta (2008) está situada na região nordeste do Estado do Pará. Localiza-se geograficamente entre as coordenadas $1^{\circ}04'11''$ e $1^{\circ}13'42''$ de latitude Sul e $-48^{\circ}19'20''$ e $-48^{\circ}29'14''$ de longitude Oeste de Greenwich, englobando uma superfície de cerca de 220 a 223 km² e altitude média de 15 m acima do mar.

O acesso à ilha se faz através das rodovias BR-316 e PA-319, distando cerca de 50 km da capital Belém até a ponte Sebastião Raimundo de Oliveira. A Ilha possui uma orla com 17 km de extensão, contendo 21 praias de água doce, resultantes das correntes fluviais da Baía do Marajó (Venturieri *et al.* 1998).

É possível dividi-la em dois setores, considerando a urbanização sendo o Setor Norte com o menor desenvolvimento de urbanização (praias/enseadas: Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Grande/Baía do sol, Conceição, Paraíso e Marahú) e o Setor Oeste com um maior adensamento populacional (praias: São Francisco, Ariramba, Murubira, Porto Arthur, Chapéu Virado, Farol, Prainha, Praia Grande, Bispo, Navio e Areão).

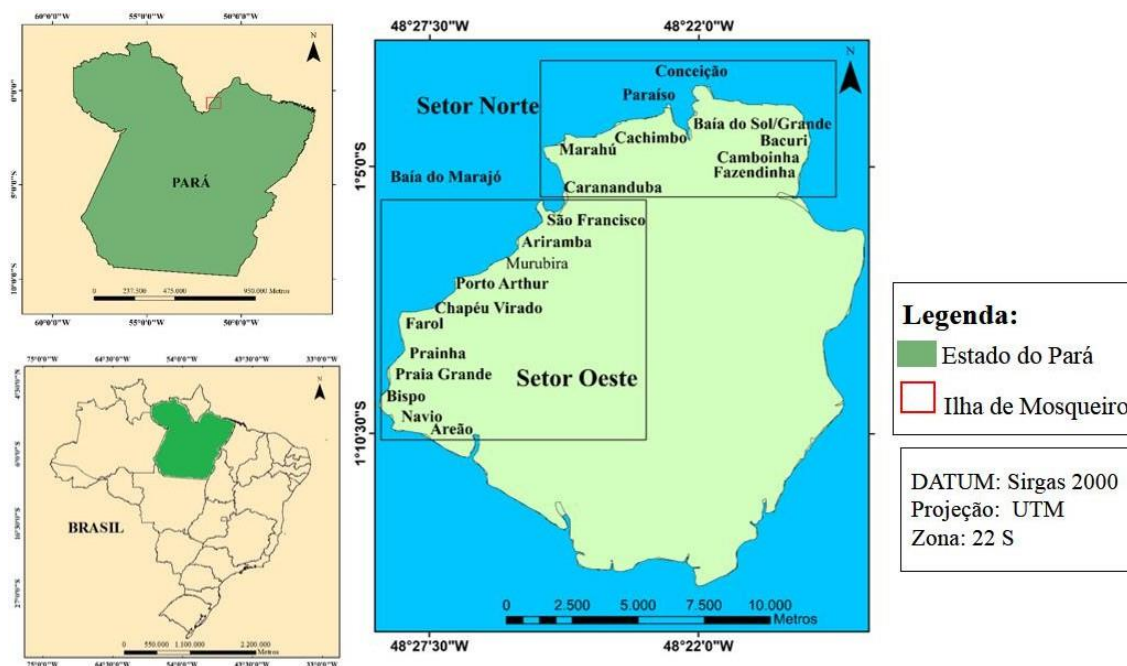


Figura 3- Mapa da área de estudo.

4.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

No nordeste paraense temos ocorrências das principais unidades geomorfológicas do Pré-Cambriano, Eo-paleozóico e Cenozóico (Araí *et al.* 1988; Costa *et al.* 1991). Para Igreja *et al.* (1990), a costa do complexo estuarino Guarujá-Marajó onde se localizam diversas ilhas, inclusive a de Mosqueiro, é constituída por arranjos de blocos ativos do terciário, com a presença de falhas normais e transcorrentes. Essas ilhas são o resultado de retrabalhamentos das rochas sedimentares do Grupo Barreiras, essas falhas normais dos blocos em geral para SE, com convergência para NW e N. Os depósitos sedimentares do terciário, os solos lateríticos concrecionários, são solos mais enrijecidos com acumulação de óxidos de ferro e alumínio, afloram e sofrem uma forte ação erosiva atual.

A Ilha de Mosqueiro localiza-se num setor estuarino da costa paraense, sob influência da Baía do Guajará, com falésias característica de sedimentos do Grupo Barreiras, ocorrência de mesomares semidiurnas com amplitudes média de 3,60 m e, várzeas alcançadas pela influência marinha (Braga 2019). Segundo França (2020), o relevo da Ilha de Mosqueiro é composto por praias arenosas de enseada, contornadas por falésias e promontórios com alturas entre 3 e 6 m.

De acordo com El-Robrini (2001) e Alves *et al.* (2014), as praias estuarinas da Ilha são curtas e estreitas, formando enseadas, e suas larguras diminuindo em direção às pontas, o que caracteriza uma orla marcada por sucessivos promontórios e enseadas, apresentando assim similaridades com as sequências estratigráfica, representada pelo Grupo Barreiras e Pós-Barreira, aflorando durante a baixa-mar. Ainda segundo El-Robrini (2001), na Ilha de Mosqueiro as melhores exposições do Grupo Barreiras ocorrem nas regiões de falésias ativas (como nas orlas de Murubira, Ariramba, Marahú e Paraíso), e inativas ao longo da orla do São Francisco.

De forma bem resumida a Companhia de Recursos Minerais (CPRM 2010) sintetiza geologia da Ilha de Mosqueiro como sendo formada pelo Grupo Barreiras, sedimentos do pós Barreiras e depósitos aluvionares de composição argilosa (origem flúvio-marinha e aluvial) e concreções lateríticas.

Diante desse contexto é compreendido na literatura duas unidades geomorfológica da Ilha de Mosqueiro: 1) Terraços Pleistocênicos, que possuem relevos planos situados ao norte e nordeste, com ocorrências de matas de terras firmes, o qual são sustentadas por sedimentos

siltoso, argilosos, arenoso e caulinitico. 2) Planícies aluviais de inundação conhecidas como as regiões de várzeas com predomínio de sedimentos holocênicos argiloso e siltoso.

Alguns autores como El-Robrini (2001), Alves *et al.* (2004) e El-Robrini *et al.* (2006) afirmam que a Ilha de Mosqueiro, de maneira geral, apresenta praias com redução do pós-praia, sendo algumas delas escarpadas (ex.: Praia do Marahú). Além disso, na Ilha existem algumas praias constituídas como terraços de maré baixa (ex.: São Francisco), mas a maioria com a zona de intermaré mais íngreme, inclusive apresentando estado de praias refletivas (ex.: Praia Grande da Baía do Sol), caracterizadas por alta declividade.

4.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS E METEOROLÓGICOS

Segundo El-Robrini (2001) e Viana (2013), a pluviosidade em Mosqueiro ocorre em dois períodos distintos: de dezembro a maio (mais chuvoso), com maior intensidade de chuvas; e outro ocorrendo de junho a novembro (menos chuvoso), com menor intensidade de chuvas. Sendo assim essa variação pluviométrica no ano influencia a dinâmica sedimentar e a própria morfologia praial.

Ainda conforme o monitoramento de condições climáticas da Embrapa Amazônia Oriental (Figura 4), a Ilha tem um clima característico quente e úmido, expresso pelo tipo climático Af de Koeppen. A temperatura média anual é 26 °C, com clima predominante de monção (Alvares *et al.* 2013).

A precipitação é determinada pela influência de vários sistemas atmosféricos que variam desde a escala convectiva à escala sinótica: linhas de Instabilidade (LI); zona de convergência intertropical (ZCIT); ondas de leste (OL); sistemas de Brisa (marítima e terrestre), o que em intervalos é influenciada por fenômenos de El Niño e La Niña, geram modificações no regime pluviométrico (Cohen 1996).

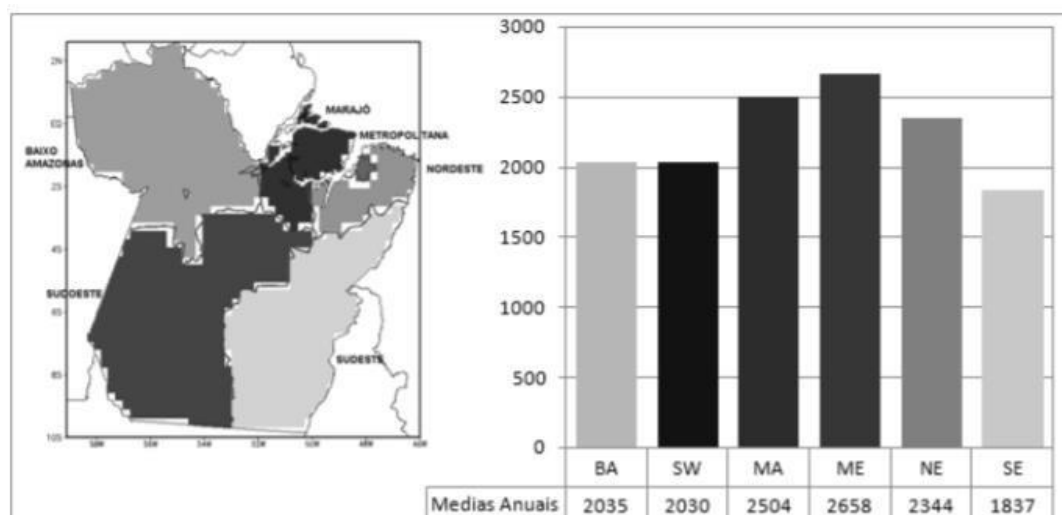


Figura 4- Médias climatológicas da precipitação anual (média 1978-2008) representativas das mesoregiões do Pará (ME – Metropolitana – compõe a Ilha de Mosqueiro). Unidade: mm. Fonte: Albuquerque *et al.* (2010).

4.4 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

Devido à posição geográfica, a Ilha de Mosqueiro é uma área exposta a marés semidiurnas cujas amplitudes alcançam, no máximo, 3,9 m durante as sizíguas de março, abril e setembro (Cirm 2018). De acordo com Alves (2002), as praias da Ilha sofrem uma variação média de marés de 3,5 m durante a sizígia e 1,4 m durante a quadratura, o que configura, então, um regime de mesomarés semidiurnas.

A maré semidiurna apresenta a característica de duas PM e duas BM no período de um dia lunar (24h50min), com um intervalo de tempo de uma PM e uma BM com cerca de 6 horas. Onde as suas maiores amplitudes coincidem com as posições da Lua Cheia e Lua Nova (marés de sizígia), e as menores amplitudes com o Quarto Minguante e Crescente (marés de quadratura) (Martins 2005).

Segundo Short (1982) espera-se que em ambientes mesomarés e macromarés, a hidrodinâmica e a mobilidade da praia sejam alteradas com a variação de maré. As marés exercem uma função extremamente importante no transporte de sedimentos no litoral paraense (Alves 2001). Ao penetrar numa região estuarina, as marés provenientes do Oceano Atlântico, tem sua amplitude aumentada devido à pouca profundidade do fundo marinho da costa brasileira (Pinheiro 1987).

Segundo Carvalho (2003), as correntes de marés que atuam na costa paraense são produzidas pelos movimentos verticais resultantes da variação (amplitude) do nível do mar.

Logo, é possível definir que as correntes de marés são produzidas pelos movimentos oscilatórios, e apresentam como característica básica a periodicidade (Souza 2006).

Segundo El-Robrini *et al.* (2018) afirmam serem escassos dados sobre os efeitos das correntes sobre o transporte de sedimentos na zona costeira norte brasileira. A incidência de ondas na linha de costa gera correntes costeiras, onde o ângulo de incidência das mesmas nas praias é que determinará a categoria de circulação costeira. As correntes induzidas por ondas são geradas por duas categorias de mecanismos e divididas em: correntes de deriva litorânea (longshore currents) e correntes de retorno (rip currents) (Valente 2019).

Contudo, de acordo com Komar (1976) e, conforme citado por El-Robrini *et al.* (2006), a direção de transporte pode, às vezes, ser determinada através da observação da configuração da linha de costa, nas vizinhanças de estruturas costeiras, naturais ou feitas pelo homem. Desta forma, El-Robrini *et al.* (2006) fizeram observação de feições costeiras, como promontórios e barreiras litorâneas na Ilha de Mosqueiro, que puderam ser usadas para indicar a direção de transporte litorâneo.

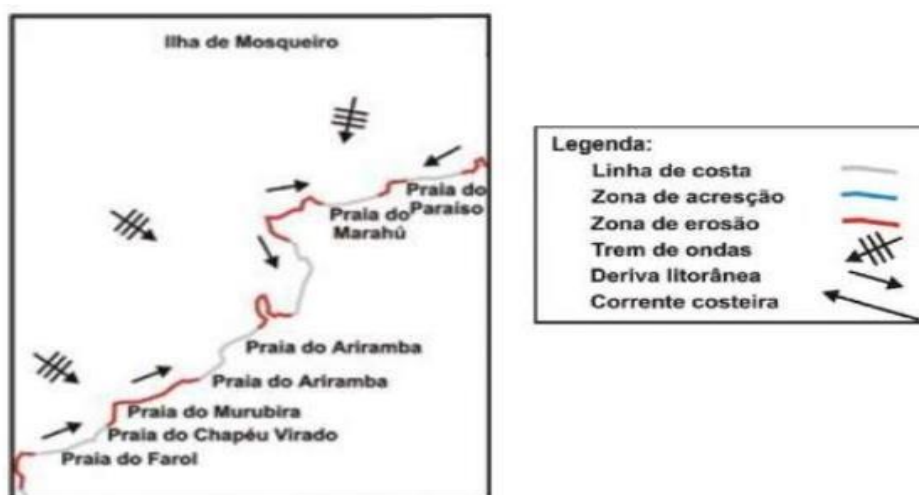


Figura 5- Células de deriva litorânea proposta para as praias de Mosqueiro com base em observação visual e medida do clima de ondas e na morfologia das feições costeiras. Fonte: El-Robrini *et al.* (2006).

Segundo Carvalho (2003), as correntes estão ativas o ano todo na costa paraense, mas nos períodos de maré de sizígia elas atingem velocidade máxima de 1,44 m/s e mínima de 1,13 m/s. Na maré de quadratura, a velocidade máxima não ultrapassa 0,76 m/s; e a velocidade mínima é de 0,59 m/s. Diante disso é importante frisar que as correntes de maré atuam no transporte de sedimentos e, conseqüentemente, elas modelam a linha de costa. Entender as características das marés em determinadas regiões são de grande significado para o estudo dos ambientes de sedimentação costeira (Silva *et al.* 2004).

A atuação das correntes de marés no estuário da Baía de Marajó pode exceder a 2,50 m/s. Na ilha do Mosqueiro, a média é de 1,84 m/s, com variações entre 0,2 a 3,6 m/s (Corrêa 2005).

Segundo Silva (1996) os ventos alísios de nordeste (ENE) são os responsáveis pelo processo de formação das ondas na costa paraense e, possuem velocidades médias de 7,9 m/s, principalmente, entre os meses de dezembro e maio. Esses ventos são, geralmente, precedidos de calmaria e, quase sempre, acompanhados de rajadas violentas e chuvas intensas. Tais ventos são originados pelo Anticiclone Tropical Atlântico (ATA) e pelo Anticiclone Tropical Atlântico Norte (ATAN). A ação desses ventos em convergência com a linha do Equador resulta na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que apresenta uma área de extensão variável, com ventos fracos de direções variáveis (Fonzar 1994).

Com a chegada da primavera e o início do verão, a velocidade do vento aumenta satisfatoriamente na região equatorial, em função da influência dos ventos alísios que passam a soprar mais sobre a região tropical. Com a diminuição de precipitação na região, o continente fica mais aquecido, implicando num diferencial de temperatura maior entre o continente e o oceano, aumentando assim, a velocidade do vento no litoral norte (Macola & El-Robrini 2004). O litoral norte sofre influência das ondas formadas a partir dos alísios, que apresentam em regra geral, alturas abaixo de 2 m em mar aberto, corroborada com os dados do site Previsão Oceânica Modelo-WATCH GLOBAL do CPTEC/INPE. As ondas em sua maioria são geradas pelos ventos e, notadamente, pouco se conhece sobre o regime de ondas no litoral paraense (Silva 2001).

Segundo Pinheiro (1987) e El-Robrini (2001), na Ilha de Mosqueiro as ondas quebram com uma altura de cerca de 1 m, neste caso, com períodos em torno de 8s e nas marés altas. Já em maré baixa, a linha da água é tranquila, e pequenas ondulações, de cerca de 0,3 m de altura.

A atuação de ondas na Ilha pode atingir alturas de 1 m ou 1,5 m em condições de ventos do quadrante N-NE, sendo mais fortes no período de julho a novembro. Mas, geralmente, a superfície das águas na Ilha do Mosqueiro caracteriza-se por um tranquilo sistema de enseadas, com presença de pequenas ondulações, que variam entre 0,3 e 0,6 m de altura (Alves *et al.* 2011).

5 MATERIAIS E METÓDOS

A proposta metodológica desta pesquisa consolida-se no fato de que a zona costeira é um local que tende a ser vulnerável, pois está em constante exposição aos processos oceanográficos e antrópicos e, apresenta normalmente uma baixa resiliência, visto que recentemente para se recuperar dos impactos de tais processos oceanográficos. Ou simplesmente o tempo para a adaptação desse ambiente aos impactos antrópicos, por exemplo, é muito longo, portanto possui uma baixa capacidade de adaptação.

A metodologia proposta adota conceitos de vulnerabilidade costeira, e um modelo de abordagem integrada envolvendo processos físicos, ambientais e sociais da zona costeira. Esta pesquisa segue um fluxograma adaptado de Lins-de-Barros (2005), com modificações para região de estudo, o qual consiste na identificação de áreas especiais para o planejamento através da classificação da vulnerabilidade e do risco à erosão costeira, sendo analisados indicadores físicos de vulnerabilidade e, indicadores urbanos como a densidade e a posição das construções.

Foi realizado um levantamento bibliográfico através de pesquisa em artigos e trabalhos acadêmicos disponíveis em meios digitais acerca da erosão costeira na Ilha de Mosqueiro. Cinco campanhas de campo foram executadas, considerando o período chuvoso e menos chuvoso (19/06/2017, 28/02/2018, 22/09/2018, 23/09/2018, e 16/04/2019), entre os anos de 2017 a 2019 dividindo-as em etapas:

A primeira etapa consistiu no reconhecimento da área de estudo mediante caminhada para observação das características da ilha em pequenos trechos da praia, com tomadas de fotografias e identificação dos atores sociais envolvidos, como moradores, visitantes ou turistas, para aplicação de questionários.

A segunda etapa consistiu no preenchimento de tabelas pré-definidas anteriormente a construção dos muros de contenção para a identificação dos indicadores erosivos (presença de falésias, erosão e exposição de depósitos), observação dos processos hidrodinâmicos (ondas, marés e correntes) na faixa praial, análise da urbanização (características da orla, posição e densidade das construções). A identificação do grau de risco ocorreu pela análise conjunta dos passos anteriores, bem como identificações visuais dos danos (processo de perdas e desvalorização das casas), as adaptações (as principais obras, grau de interferências e seus impactos) a percepção e anseio de melhora por parte da população. Nos resultados obtidos foi possível definir áreas especiais para planejamento.

A terceira etapa consistiu no monitoramento das áreas após a revitalização da orla, visando a comparação entre os resultados atuais e os dados anteriores do projeto. Re-aplicação de tabelas guias para a identificação da vulnerabilidade costeira, além da avaliação dos riscos e danos, bem como os questionários aplicados com os moradores, com o objetivo de entender se a obra governamental de revitalização da orla de Mosqueiro trouxe benefícios à população e, se o problema de erosão ainda persiste mesmo depois da obra.

A quarta etapa consistiu na avaliação dos serviços ecossistêmicos, e na proposição de medidas de planejamento e mitigação aos danos causados pela erosão em áreas de risco na Ilha. Os dados coletados em campo foram analisados no Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO). Os produtos finais foram expostos em mapas para melhor visualização dos parâmetros, o qual o fluxograma a seguir (Figura 06) descreve os passos seguidos no trabalho:

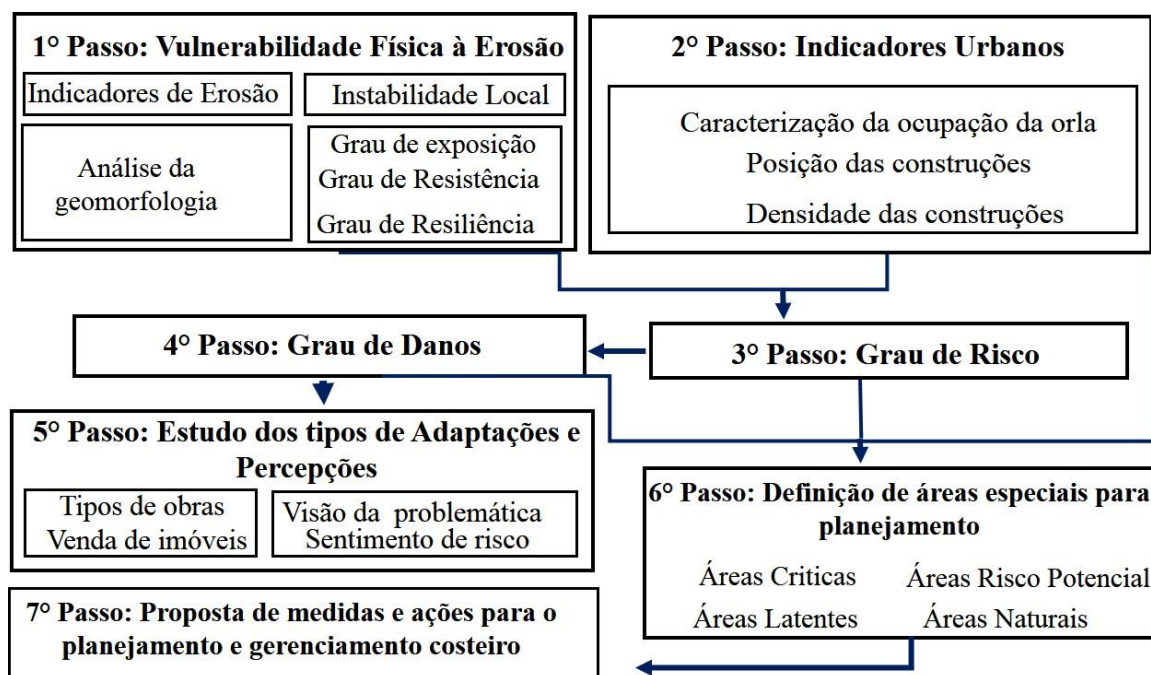


Figura 6-Etapas metodológicas adotadas para a definição de áreas especiais para o planejamento. Adaptado de (Lins-de-Barros 2005).

5.1 ESTUDO DA VULNERABILIDADE FÍSICA À EROSÃO (1º PASSO)

Para determinar o potencial erosivo foi realizado registros fotográficos e analisados os aspectos hidrodinâmicos relacionados à atuação das ondas, marés e correntes, o grau de exposição das praias, enseadas, costões rochosos e falésias da Ilha a estes processos físicos, utilizando-se também como base alguns indicadores de erosão costeira (Tabela 1) propostos por Souza e Suguio (2003 apud Souza *et al.* 2005).

Tabela 1- Indicadores de Erosão Costeira (Souza e Suguio 2003. Adaptado para área de estudo).

INDICADORES DE EROSÃO COSTEIRA	
I.	Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação permanente durante as preamares de sizígia (praias urbanizadas ou não)
II.	Erosão progressiva de depósitos estuarinos ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, SEM o desenvolvimento de falésias ou escarpamentos em dunas e terraços marinhos (praias urbanizadas ou não)
III.	Presença de falésias com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares mesozóicas, sedimentos terciários (formação barreiras) e rochas de praias pleistocênicas e holocênicas, e presença de escarpamentos em depósitos marinhos ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não)
IV.	Destruição de faixas frontais de vegetação “Restingas” ou de manguezal e/ou presença de raízes e troncos em posição de vida soterrados na praia, devido à erosão e soterramento causados pela retrogradação/migração da linha de costa
V.	Exumação e erosão de arenitos de praia ou terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, sobre o estirâncio ou a face litorânea atual, devido a remoção das areias praias por erosão costeira e déficit sedimentar extremamente negativo (praias urbanizadas ou não)
VI.	Retomada erosiva de antigas plataformas de abrasão marinha, elevadas de +2 a +6 m, formadas sobre rochas do embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano a mesozóico, ou rochas sedimentares mesozoicas, ou sedimentos terciários (Formação Barreiras) ou arenitos praias pleistocênicos, em épocas em que o nível do mar encontrava-se acima do atual, durante o final do pleistoceno e o holoceno (praias urbanizadas ou não).

Para a análise da instabilidade local, método proposto por Lins-de-Barros (2005) e adaptado para a aplicação na área de estudo, houve uma caracterização das praias por análise visual em campo, sendo identificados o grau de: exposição às ondas, resistência e resiliência na linha de costa.

Em relação ao grau de exposição às ondulações (Tabela 2), este é intimamente relacionado a posição das praias na Ilha de Mosqueiro e, a presença de proteções naturais como promontórios rochosos.

Tabela 2-Classificação do parâmetro grau de exposição às ondulações. (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo).

Grau de Exposição às ondulações	
Alto	Trecho exposto ao mar aberto, com elevada energia de ondas, porém com perda de energia ao chegar na linha de costa.
Moderado	Trecho que se apresenta semi-abrigado da ação direta das ondas, como em estuários ou baías, ou parcialmente protegido por efeito barreira (ex.: ilhas, bancos, promontórios).
Baixo	Trecho que se apresenta abrigado da ação das ondas, como no interior de estuários, ou totalmente protegido por efeito barreira (ex.: ilhas, bancos e promontórios).

O parâmetro resistência (Tabela 3) foi obtido através da variável mais expressiva no local: a cobertura vegetal, que permite reduzir o espraiamento das ondas e reter sedimentos nas margens fluviais, fornecendo maior resistência à erosão. Somado à variável vegetação na linha de costa, relacionou-se também com o grau de exposição às ondas, pois trechos onde a cobertura vegetal é esparsa ou ausente podem ainda ser abrigados da ação de ondas, não diminuindo tanto a resistência local.

Tabela 3- Cobertura Vegetal na linha de costa adotada como uma das variáveis para determinação do grau de resistência costeira. (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo).

Variável	Grau de Resistência		
	Alto	Baixo	Muito baixo
Cobertura vegetal	Densa e bem desenvolvida	Esparsa	Ausente

Em relação ao parâmetro de resiliência é importante ressaltar que ela é compreendida como a capacidade de adaptação e recuperação de um determinado sistema que tenha sido afetado e desequilibrado (Lins-de-Barros 2005). Para isso foi considerado: (1) *alta*, para orlas

naturais; (2) *moderada*, para orlas que estão em processo de modificação antrópica ou naturais que estejam passando por processo de tombamento; e (3) *baixa*, para orlas modificadas.

Através da junção dos resultados obtidos dos parâmetros acima (resistência, exposição e resiliência) foi possível classificar a linha de costa das praias quanto a instabilidade costeira local em: *elevado, moderado e baixo*, sendo o cruzamento das informações que originaram este índice podendo ser visualizado nos resultados do trabalho.

O dado final pretendido é a Vulnerabilidade Física à Erosão. Através da relação dos resultados de instabilidade costeira local com os dados de indicadores de erosão, foi possível a obtenção deste índice de vulnerabilidade caracterizado para cada praia estudada e, apresentado no capítulo de resultados deste trabalho como: Elevada, Moderada e Baixa.

5.2 ESTUDO DOS INDICADORES URBANOS (2º PASSO)

Para a análise dos indicadores urbanos utilizou-se como base o Decreto n.º 5.300 de 7 de dezembro de 2004, ao longo da Ilha de Mosqueiro, considerando dois parâmetros: a posição das construções e a densidade das construções, visando a classificação e compartimentação de sua orla em termos urbanização (Figura 7). O anexo II deste decreto, classifica a orla em três classes conforme a sua utilização e conservação: orlas naturais ou Classe A, em processo de urbanização ou Classe B e com urbanização ou Classe C.

TIPOLOGIA	CLASSES	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO PREDOMINANTES
<ul style="list-style-type: none"> - Abrigada não urbanizada - Exposta não urbanizada - Semi-abrigada não urbanizada - Especial não urbanizada 	<p style="text-align: center;">CLASSE A</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;">PREVENTIVA</p> <p>Pressupondo a adoção de ações para conservação das características naturais existentes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Abrigada em processo de Urbanização - Exposta em processo de Urbanização - Semi-abrigada em processo de Urbanização - Especial em processo de Urbanização 	<p style="text-align: center;">CLASSE 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 ou médio adensamento de construções e de população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente modificadas pela atividade humana e médio potencial de poluição.</p>	<p style="text-align: center;">CONTROLE</p> <p>Pressupondo a adoção de ações para uso sustentáveis e manutenção da qualidade ambiental.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Abrigada com urbanização Consolidada - Exposta com urbanização Consolidada - Semi-abrigada com urbanização Consolidada - Especial com urbanização Consolidada 	<p style="text-align: center;">CLASSE C</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 residentes, com paisagens modificadas pela atividade humana, multiplicidade de usos e alto potencial de poluição sanitária, estética e visual.</p>	<p style="text-align: center;">CORRETIVA</p> <p>Pressupondo a adoção de ações para controle e monitoramento dos usos e da qualidade ambiental.</p>

Figura 7-Quadro orientador para a classificação de Orla na zona costeira. Fonte: Brasil (2004).

A tipologia de orla classe A refere-se à preservação e conservação das características naturais do ambiente. Nela, os ecossistemas se encontram bem preservados, com alta biodiversidade e baixo potencial de poluição. Além disso, essas áreas podem se caracterizar pela presença de Unidades de Conservação, geralmente isoladas, com comunicação precária, pouca presença de atividades humanas e difícil acesso (Oliveira 2009).

Para as classes B e C foram adotadas subdivisões, as quais seguem critérios de recuo urbano sugeridos por Oliveira (2009), referentes a categoria de construção e, à distância das construções da praia atual, basicamente se referindo às obras urbanas verticais e horizontais. Entretanto, o limite definido de 33 metros o qual corresponde aos terrenos de Marinha, foi substituído para 50 metros, conforme o decreto 5.300/2004 (Ranieri 2014). De acordo com Oliveira (2009) e Ranieri (2014), foram adotadas 8 subclasses complementares às classes B e C do decreto 5.300/2004 (Figura 08), as quais são:

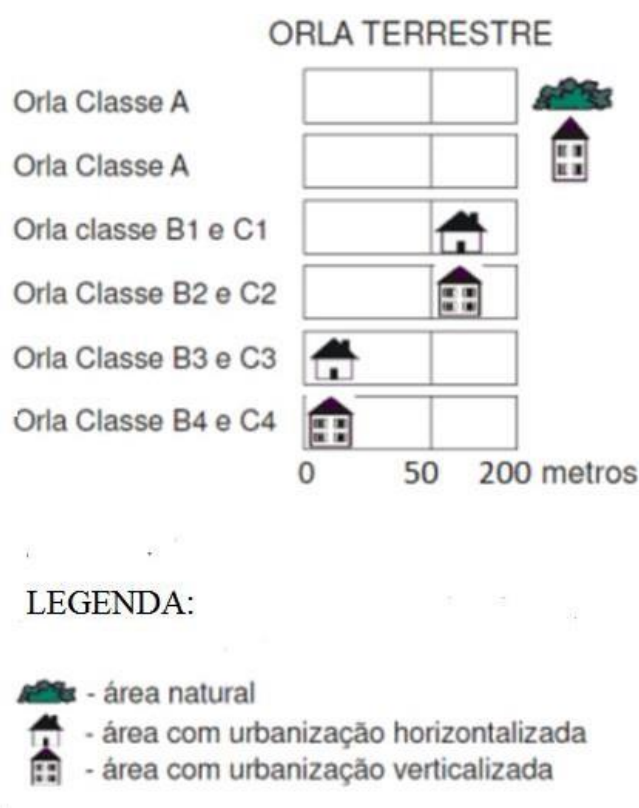


Figura 8- Critério de recuo e estrutura urbana para trechos de orla oceânica. Fonte: Adaptado de Oliveira (2009).

5.3 AVALIAÇÃO DO GRAU DE RISCO (3º PASSO)

Para a avaliação de risco utilizou-se a metodologia de Bush *et al.* (1999), considera-se a análise conjunta da vulnerabilidade física (indicadores de instabilidade local) e os indicadores urbanos (posição e densidade das construções), foram obtidas a avaliação de risco como: (1) risco acentuado, os locais com erosão severa; (2) risco, os locais com erosão moderada; e (3) sem risco eminente, onde há acreção sedimentar ou estabilidade costeira. Após a identificação

das áreas com erosão e acreção, cada praia foi mapeada e caracterizada conforme o seu grau de risco.

5.4 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DANOS (4º PASSO)

Para a análise do grau de danos (Tabela 4) foi possível identificar as perdas naturais e antrópicas ocorridas, principalmente, durante os períodos de cheias do rio Pará e grandes subidas de marés.

Tabela 4- Descrição do Grau de Danos (Lins-de-Barros 2005. Adaptado para a área de estudo)

Grau de Danos	Descrição
Ausente	Segmentos sem danos às construções.
Fraco	Danos muito pequenos de acesso a casas e quiosques com alagamento das casas, sem destruição ou destruição de margens dos rios anterior à pista.
Moderado	Destruição parcial de avenida/pista e orla dificultando a circulação de veículos ou pessoas e o acesso às casas ou outras construções na orla.
Forte	Destruição parcial das vias públicas, destruição parcial ou total dos muros das casas e quiosques.
Muito Forte	Destruição total ou grande parte das casas, muros, quiosques e pista.

5.5 ESTUDO DAS ADAPATAÇÕES E PERCEPÇÕES À EROSIÃO (5º PASSO)

Para esta análise é importante frisar que ela consiste mais numa análise de vulnerabilidade socioeconômica, envolvendo indicadores de estrutura familiar, educação, participação nas políticas públicas, entre outros. Adaptou-se o método de matriz de interações (Tabela 05) proposto por Farinaccio & Tessler (2010), o qual relaciona as categorias de obras na orla, o grau de interferência delas e os impactos causados.

Tabela 5- Matriz de Obras e Danos. (Farinaccio & Tessler 2010. Adaptado para área de estudo).

MATRIZ DO SETOR ()		PADRAO DE INTERFERENCIA				IMPACTOS																					
						G1						G2			G3												
TIPOS DE OBRAS QUE OCORREM NO SETOR		A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t		
Obras de proteção	Muros																										
	Barreiras de rocha (ex. <i>rip-rap</i>)																										
	Molhes e enrocamentos																										
Obras de recuperação	Engordamen-to de praia - molhes e Enrocamentos																										
	Espigões e gabiões																										
Obras de infraestrutura	Emissários (dutos emersos e enterrados)																										
	Canais de águas superficiais																										
	Aterros de loteamentos																										
	Aterros de invasões																										
	Palafitas																										
	Aterros de passagem (ruas, avenidas, estradas)																										
	Pier ou plataforma de embarque, acesso.																										
Obras de lazer e turismo	Aterros																										
	Marinas																										
	Pieres ou plataforma de pesca																										
	Molhes e enrocamentos																										
PADROES DE INTERFERENCIA: Padrão A: obras que são capazes de alterar predominantemente os fluxos longitudinais, aqueles relacionados aos movimentos das correntes de deriva litorânea (<i>longshore currents</i>), e que apresentam expressão mais nítida em planta; Padrão B: obras que alteram os fluxos transversais, relacionados aos movimentos costa adentro-costa afora (<i>onshore-offshore</i>), cujo reflexo se dá maneira mais incisiva sobre o perfil praial; Padrão C: obras cuja ação se dá de maneira igualitária nos dois tipos de fluxos; e Padrão D: Obras que interferem nos fluxos de canais estuarinos.																											
G1-IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE AREIA – PRAIAS		Redução da faixa de praia (avanço das obras sobre a faixa de praia) (a) Praias mais extensas causadas pelo assoreamento/ deposição (b) Praias mais estreitas pela erosão (erosão paralela a linha de costa) (c) Alteração da topografia da praia (perfil praial) (d) Instalação de processos erosivos na praia (formação de células erosivas) (e) Aprisionamento de sedimentos junto a estrutura rígida de orientação impedindo seu movimento a sotamar (f)										G3-IMPACTOS ASSOCIADOS			Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc) (i) Deposição de areia em avenidas e ciclovias (k) Colapso de muros de proteção (l) Solapamento/recalques de aterros (m) Assoreamentos (n) Escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas paralelas a linha de costa (o) Redução de áreas úteis a ocupação (p) Alteração da paisagem (q) Contaminação da água superficial - por efluentes (r) Contaminação da água por resíduos sólidos (s) Alteração do regime de fluxo da água subterrânea (t)												
G2-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS		Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos (g) Redução de ambientes naturais (h) Redução de áreas de mangue (i)																									

Além disso, realizou-se entrevistas com turistas/visitantes das praias e, principalmente, proprietários de casas e donos de quiosques localizados na orla, pois são eles que vivenciam a problemática da erosão costeira na área. Foram levantadas informações acerca de custos de obras reparadoras que realizam, dos problemas minimizados, das atividades afetadas e da mobilidade dos moradores. Efetuou-se a aplicação de questionários (Apêndice A e B) presenciais e on-line (anos de 2017 e 2019), buscando obter as opiniões anteriores às construções dos novos muros de arrimo e, posterior às construções, de modo a conseguir informações em maior número e dados comparativos.

A visão dos moradores em relação à problemática da erosão é extremamente importante para estudar a capacidade de adaptação, assim como, fornece informações locais essenciais para o entendimento mais completo das questões envolvidas (Lins-de-Barros 2005). Tais entrevistas possuem o objetivo de avaliar a percepção da população, tanto de moradores como de turistas da ilha de Mosqueiro, em relação à problemática da erosão costeira ocorrida no local, os riscos presentes, e conseqüentemente, a influência da própria população como agente modificador da paisagem.

5.6 DEFINIÇÕES DE ÁREAS ESPECIAIS PARA PLANEJAMENTO (6° PASSO)

As áreas especiais para planejamento foram adaptadas de Esteves *et al.* (2003), em:

Áreas críticas: apresentam tendência de erosão, praia estreita, destruição das estruturas costeiras durante eventos de alta energia, urbanização intensa ou ocupação e uso do solo.

Áreas de risco potencial: apresentam-se estáveis, com sistema praias/urbanização moderada, mas que recentemente vem crescendo progressivamente com a intensificação do uso humano (aumento populacional sazonal ou permanente, valorização imobiliária, conflitos de interesses).

Áreas latentes: são áreas que não se encontram sob grande pressão de uso, mas que tem potencial de, num futuro próximo, tornar-se uma área de ação prioritária. Em geral, ocorrem próximos de urbanização e ocupação intensa ou áreas de difícil acesso que recentemente tiveram vias de acesso ampliadas ou criadas. Apresentam-se estáveis ou em acresção e urbanização moderada a baixa.

Áreas naturais: áreas que possuem suas características naturais preservadas, não urbanizadas, que apresentam poucas expressões de uso e sem indício de que essas condições serão alteradas em futuro próximo.

5.7 PROPOSTA DE MEDIDAS E AÇÕES PARA O PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO COSTEIRO (7º PASSO)

Ao longo da discussão deste trabalho foram propostas medidas e ações para o planejamento costeiro. Foram realizados levantamentos bibliográficos de modo a se apresentar propostas plausíveis para o gerenciamento da área, visto que de acordo com Nordstrom (2010) algumas regiões precisam de ações corretivas, outras ações preventivas e em alguns casos regiões sem a necessidade de ações.

A aplicação das etapas metodológicas descrita acima objetiva identificar a vulnerabilidade e risco na Ilha de Mosqueiro. Os resultados finais obtidos nesta pesquisa foram expostos em mapas. Para a confecção dos mapas finais, foram utilizadas imagens gratuitas, através da aquisição de imagem do satélite Landsat 8/OLI de 04/07/2017. Disponível pelo site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - United States Geological Survey– <https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>). As imagens utilizadas neste trabalho foram obtidas previamente ortorretificadas, no formato *geotiff*, projeção UTM, zona 23N e datum WGS-84. Todo o tratamento dos dados ocorreu por meio do programa ArcGIS 10. Efetuou-se nele a reprojeção da imagem para o sistema Universal Transverse Mercator, zona 23S, utilizando o datum WGS-84, para assim recortar a área de estudo e efetuar os shapes/desenhos da linha de costa, e, por fim, confeccionar um mapa de contorno da margem da Ilha de Mosqueiro, que foi utilizado como base para plotar as informações dos parâmetros naturais e antrópicos estudados.

6 RESULTADOS

6.1 INDICADORES DE EROSÃO COSTEIRA

A avaliação dos indicadores de erosão costeira (I a VI), adaptados de Souza e Suguio (2003 apud Souza *et al.* 2005), apontam para uma elevada vulnerabilidade física (Figura 9), visto que mesmo com a construção dos muros de arrimos presentes em grande parte das praias existentes na Ilha, ainda é frequente a observação da erosão das margens do rio Pará, bem como um recuo do pós-praias em épocas de marés mais altas (período chuvoso) nas praias ainda não contempladas pela obra.



Figura 9- Classificação dos indicadores de erosão costeira (I a VI) em praias da Ilha de Mosqueiro. Praia do Areião (A): ocupação do pós- praia, pós-praia muito estreito; Marahú (B): falésia escarpada, (C) presença de depósitos pleistocênicos; praia do Bacuri (D): erosão implicando na retração da linha de costa. Fotografias retiradas em: 17/09/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.

Os indicadores de erosão estão amplamente distribuídos na Ilha, e expõem feições como afloramentos rochosos pleistocênicos presentes na região, sem falar do processo de tombamento de árvores, queda de muros, destruição de ruas, casas e desmoronamento de falésias (Figura 10).



Figura 10- Indicadores de erosão evidentes na Ilha de Mosqueiro: (A) Depósitos pleistocênico e banco de cascalhos, (B) Desmoronamento de falésias, de muros e de casas, (C) Reconstrução de muros. Fotografias retiradas em: Abril/2017 à Junho/2019.

6.2 VARIÁVEIS PARA A IDENTIFICAÇÃO DA INSTABILIDADE COSTEIRA

6.2.1 Grau de Exposição

Segundo os resultados obtidos com a classificação das praias conforme o grau de exposição às ondulações (Tabela 6), foi possível elaborar um mapa de grau de exposição da linha de costa (Figura 11). A Ilha de Mosqueiro foi classificada quanto ao seu grau de exposição de alto, moderado e baixo. Vale ressaltar que a ilha se encontra numa região estuarina, estuário médio do Rio Pará, onde correntes de marés ocorrem intensamente, mas também ondas geradas por vento local, sendo refratadas ainda pelos diversos promontórios rochosos que separam as praias da Ilha, contribuindo, portanto, para o amortecimento da energia de ondas. Outros trechos também são mais abrigados do vento, implicando em praias mais abrigadas e menos expostas.

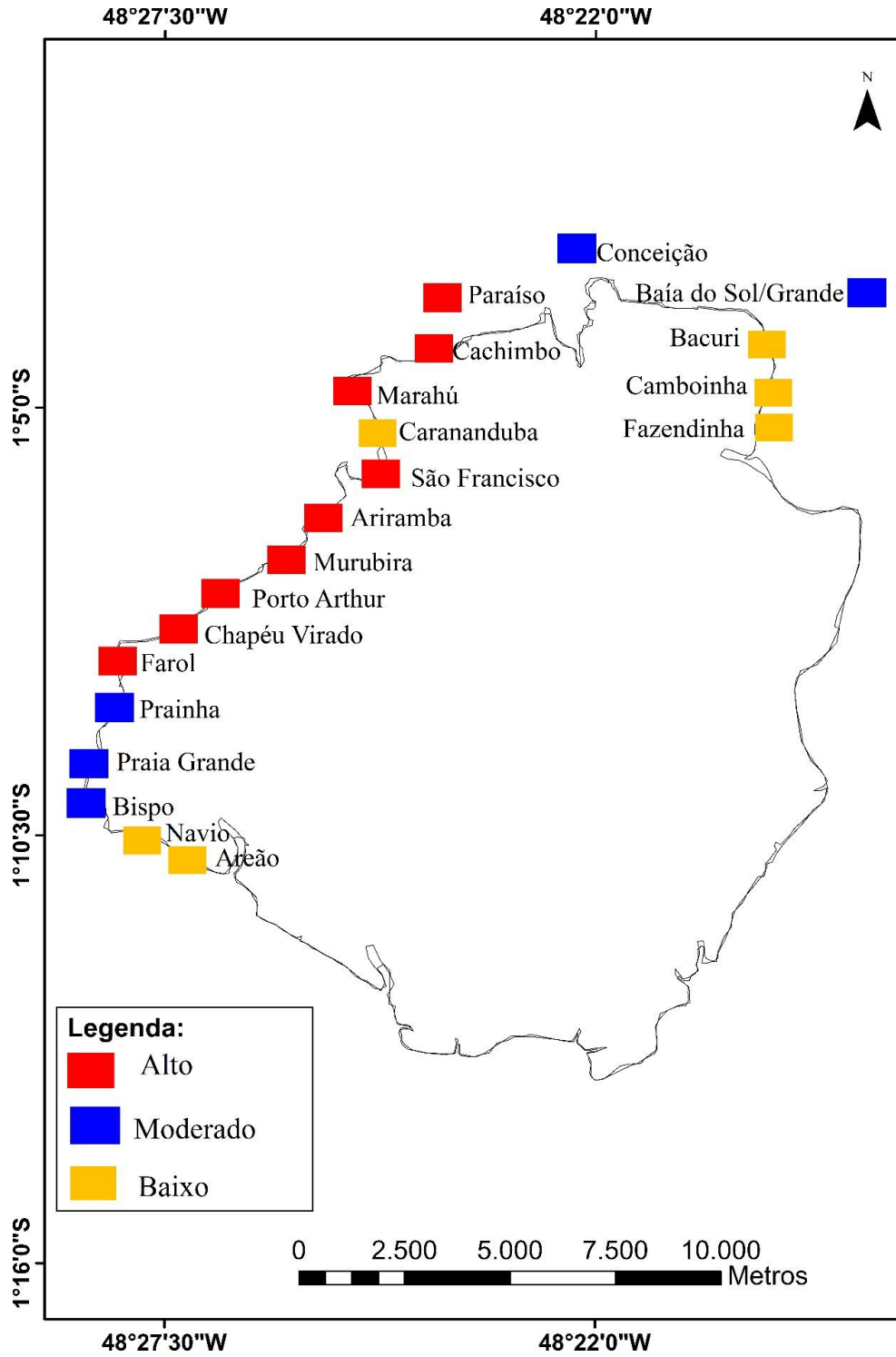


Figura 11-Classificação quanto à exposição às ondulações. Lins-de-Barros (2005), adaptado.

6.2.2 Grau de Resistência

Considerando inicialmente as condições atuais de cobertura vegetal, Paraíso, Cachimbo, Marahú, Ariramba, Chapéu Virado, Praia Grande, Bispo, Praia do Navio e Areião destacam-se por apresentar em toda a sua extensão características como algumas áreas de vegetação na linha de costa, na maioria delas esparsas.

As praias da Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Carananduba, São Francisco, Prainha e Farol possuem também cobertura vegetal esparsa. No caso das praias Grande da Baía do Sol e Conceição, apresentam uma vegetação densa bem desenvolvida. Já nas praias de Murubira, Navio e Porto Arthur observa-se uma ausência de vegetação (Figura 12).

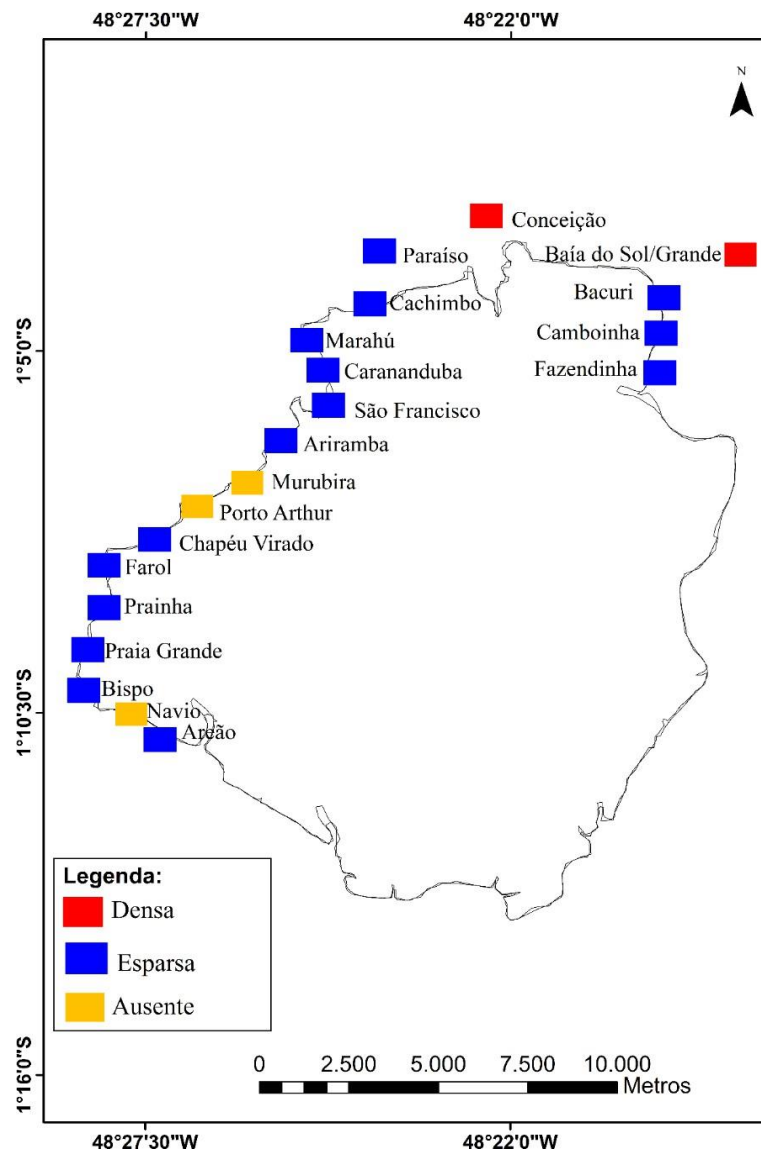


Figura 12- Classificação da orla quanto à sua cobertura vegetal. Lins-de-Barros (2005), adaptado.

A junção das variáveis citadas anteriormente gerou uma combinação de resultados (Tabela 6), os quais através de uma avaliação qualitativa resultou em uma classificação final quanto ao grau de resistência das praias estudadas (Figura 13). As variáveis cobertura vegetal e grau de exposição demonstram que as praias de: Fazendinha, Bacuri, Camboinha, Conceição, Areão e Grande/Baía do Sol possuem um grau de resistência alto. Já Prainha, Grande, Navio, Carananduba e Bispo possuem um grau de resistência baixo. As praias do Paraíso, Cachimbo, Marahú, São Francisco, Ariramba, Murubira, Porto Arthur, Chapéu Virado e Farol possuem grau de resistência muito baixo.

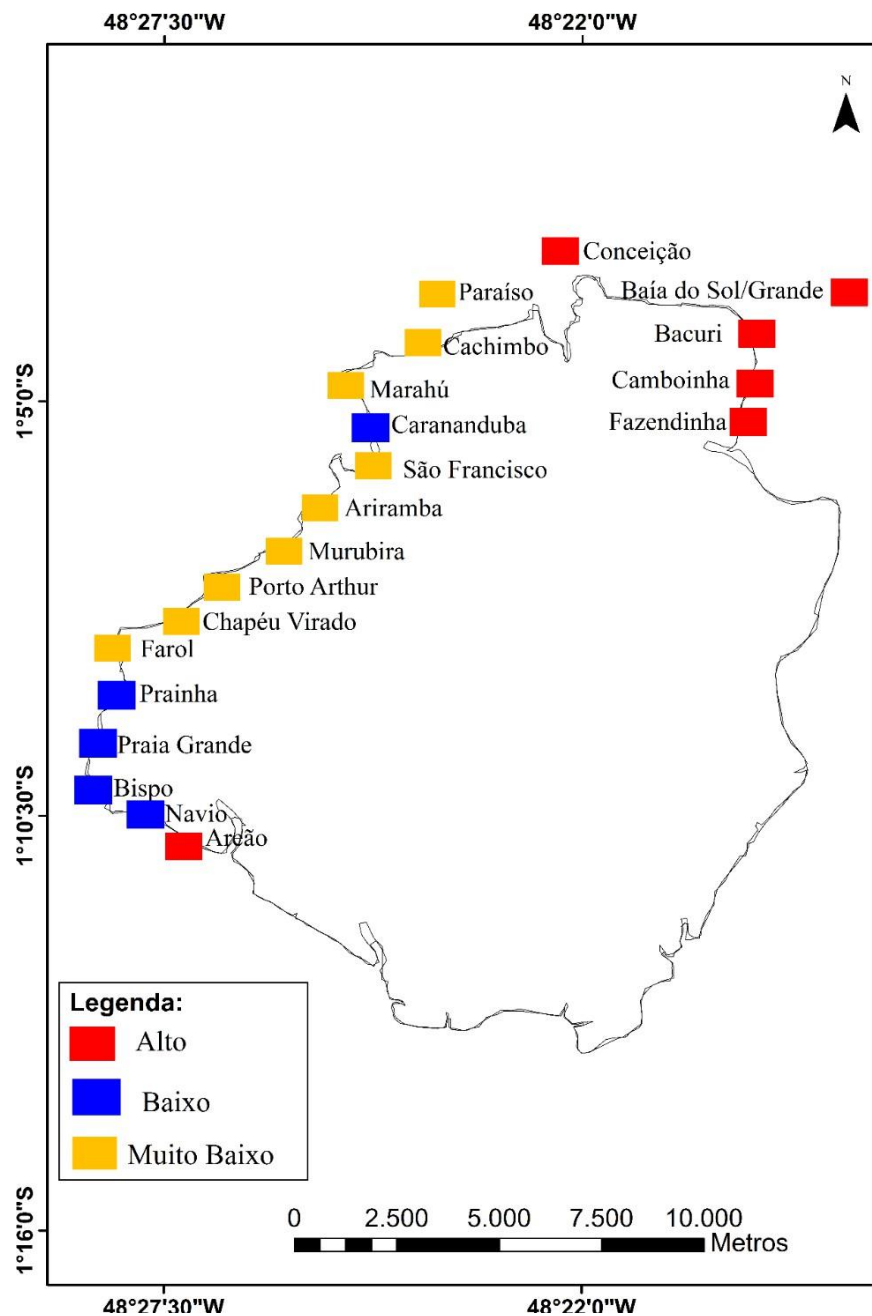


Figura 13- Classificação quanto ao Grau de Resistência na Orla. Lins-de-Barros (2005), adaptado

6.2.3 Grau de Resiliência

Os dados obtidos por meio das observações de campo, resultaram na geração de mapas da Ilha segundo a resiliência local frente aos possíveis eventos erosivos que possam ocorrer (Figura 14). Consideraram-se observações de recuperação ou não de ecossistemas, bem como a ausência deles em alguns trechos de costa já antropizados. Sendo que a maioria das praias possuem resiliência baixa: Paraíso, Cachimbo, Marahú, São Francisco, Ariramba, Murubira, Praia Grande e Areão. Resiliência moderada: Baía do Sol/grande, Porto Arthur, Chapéu Virado, Farol, Prainha, Bispo e Navio. Há exceções nas praias de Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Conceição e Carananduba, pois possuem resiliência alta, visto que se encontram em regiões mais abrigadas, com cobertura vegetal bem desenvolvida.

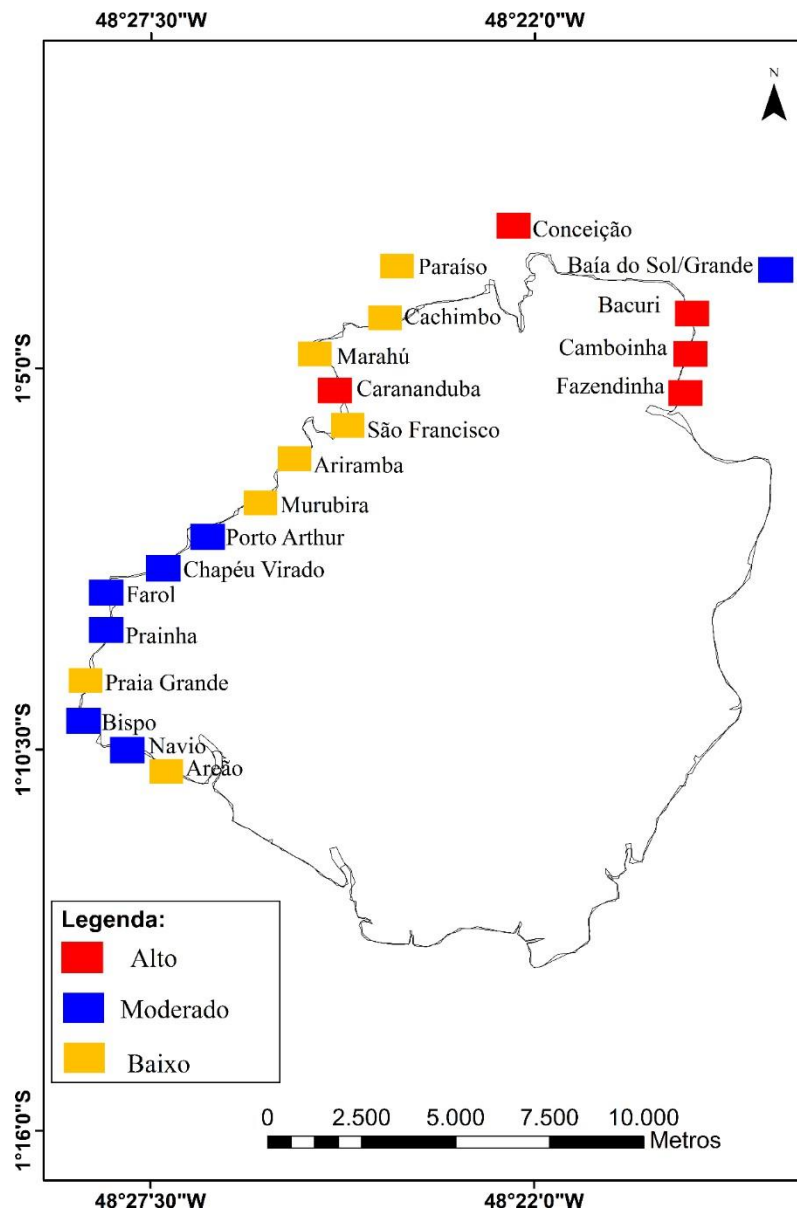


Figura 14-Classificação do grau de resiliência das praias da ilha. Lins-de-Barros (2005), adaptado.

6.3 INSTABILIDADE COSTEIRA LOCAL

O cruzamento de dados para obter a instabilidade local costeira são: grau de exposição, grau de resistência e resiliência (Tabela 6). Considerando as condições atuais, Paraíso, Cachimbo, São Francisco, Marahú, Ariramba, Murubira destacam-se por apresentar em toda a sua extensão grau de instabilidade elevado. Características como a cobertura vegetal variando de ausente à esparsa, respectivamente na maioria delas e a alta incidência de ondas reforçam a constatação da elevada instabilidade local à erosão (Figura 15).

Porto Arthur, Chapéu Virado, Farol, Prainha, Praia Grande, Areão, Navio e Bispo possuem instabilidade moderada, devido a cobertura vegetal esparsa, e serem moderadamente a abrigadas das ondulações. No caso das praias da Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Baía do Sol/Grande, Conceição e Carananduba ocorre maior estabilidade devido haver uma vegetação esparsa a densa, porém, possuindo uma menor exposição às ondas pelo fato de estarem localizadas numa posição mais abrigada da Ilha, próximas ao Furo da Marinha, por exemplo (Figura 15).

Tabela 6-Grau de instabilidade costeira local obtido na Ilha de Mosqueiro, de acordo com o grau de resistência, grau de exposição e grau de resiliência na linha de costa.

Grau de Instabilidade Local	Grau de Resistência	Grau de Exposição	Grau de Resiliência
Elevado	Muito Baixo	Alto	Baixo
	Muito Baixo	Alto	Moderado
	Muito Baixo	Moderado	Baixo
	Muito Baixo	Moderado	Moderado
	Baixo	Alto	Baixo
Moderado	Baixo	Alto	Moderado
	Muito Baixo	Alto	Baixo
	Baixo	Moderado	Moderado
	Alto	Moderado	Moderado
	Alto	Moderado	Alto
Baixo	Alto	Baixo	Baixo
	Alto	Baixo	Alto

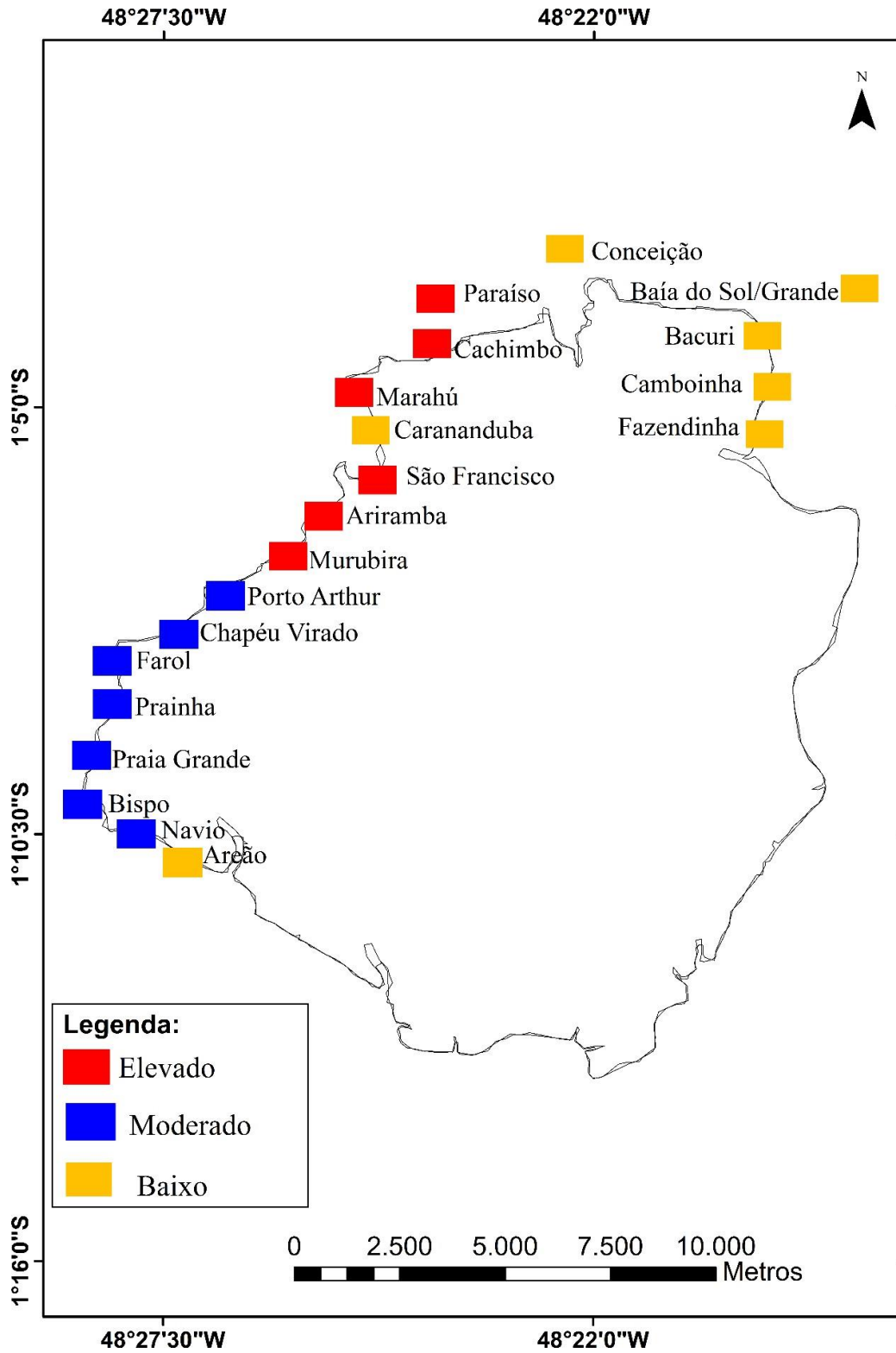


Figura 15-Classificação do grau de instabilidade da orla. Lins-de-Barros (2005), adaptado.

6.4 VULNERABILIDADE FÍSICA

Utilizando os resultados obtidos com os indicadores de erosão e o grau de instabilidade local, foi determinada a vulnerabilidade física das praias conforme a tabela 7, com isso foi gerado um mapa de vulnerabilidade (Figura 16) para a região. A Ilha de Mosqueiro apresentou característica de ter elevada vulnerabilidade física à erosão em sua extensão, com exceções de algumas praias (Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Baía do Sol/Grande, Conceição, Carananduba, Chapéu Virado, Prainha, Porto Arthur, Farol e Areão) que apresentaram vulnerabilidade de moderado a fraca.

Tabela 7-Classificação da vulnerabilidade física da Ilha.

Vulnerabilidade Física	Grau de Instabilidade local	Indicadores de Erosão
Elevado	Elevado	Erosão/Erosão Severa
	Moderado	Erosão Severa
Moderado	Moderado	Erosão
	Baixo	Erosão
Fraco/Baixo	Moderado	Acreção ou Estabilidade
	Baixo	Acreção ou Estabilidade

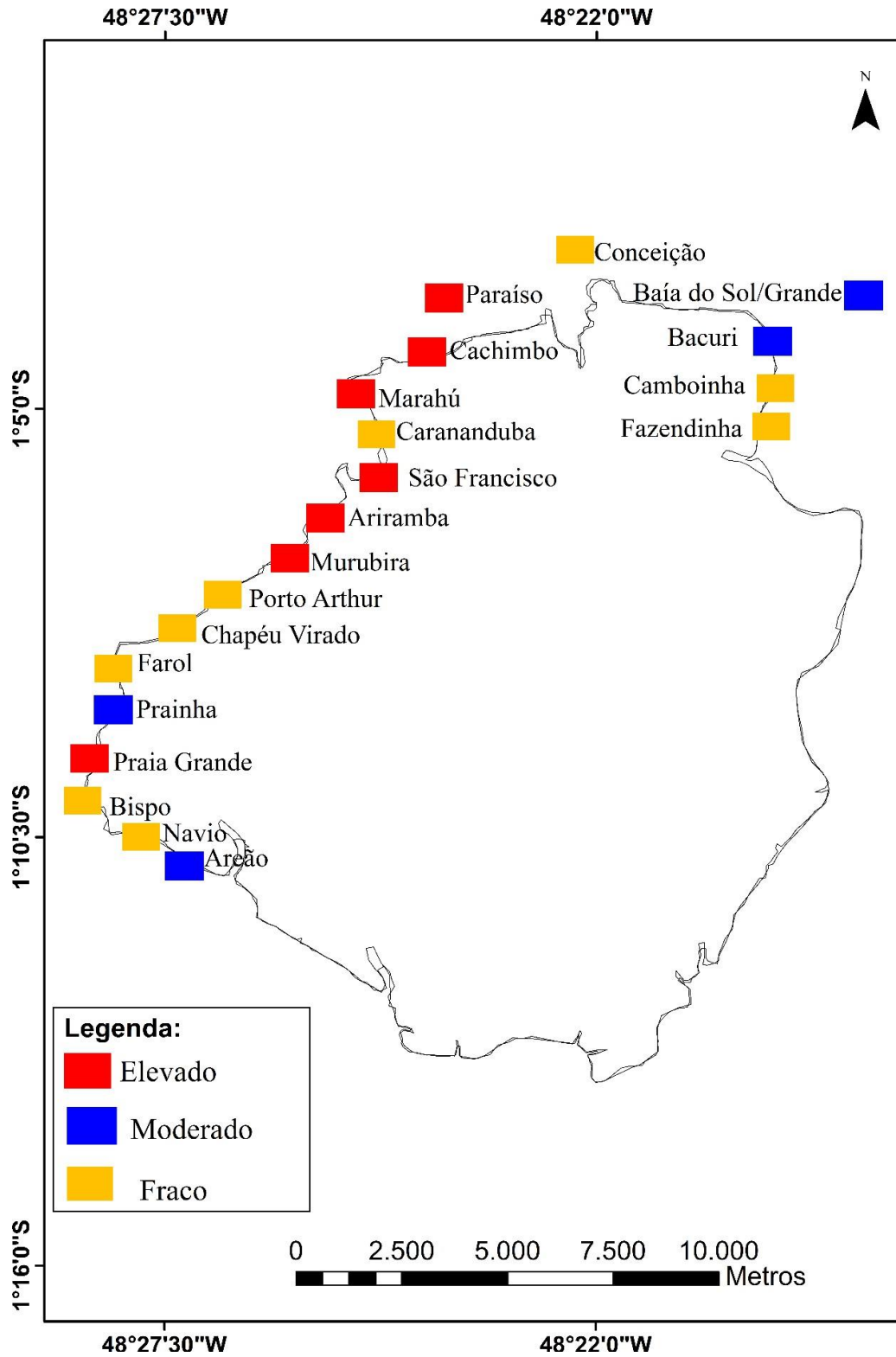


Figura 16-Classificação da orla quanto à vulnerabilidade física à erosão, adaptado Lins-de-Barros (2005).

6.5 ESTUDO DOS INDICADORES URBANOS

Quanto aos indicadores urbanos (Figura 17), a orla de Mosqueiro possui uma ocupação desigual devido a sua grande extensão de 220,85 km², portanto, apresentando região mais urbanizada (Setor Oeste) e menos urbanizada (Setor Norte).

Nas praias localizadas no Setor Norte, classificou-se orlas naturais (Tipo A), como Fazendinha e Conceição, e em processo de urbanização a menos de 50 m da linha de costa (Tipo B3) as demais: Paraíso, Cachimbo, Marahú, Prainha de Bacuri, Camboinha, Carananduba e Grande da Baía do Sol (Figuras 17 e 18).

As praias do Setor Oeste encontram-se em sua maioria com urbanização consolidada, inclusive vertical, de médio a alto adensamento de construções (Tipo C4), com algumas exceções, como a praia de São Francisco (Tipo B3) e Areião (Tipo A e B3). Nesta última, uma parte dela (ao sul) apresenta preservação natural/não ocupação e outra (ao norte) em processo de urbanização horizontal, sem recuo mínimo da linha de costa. Apenas a praia do Navio apresenta residências com recuo maior de 50 m, por estar em frente à praça (região da Vila de Mosqueiro).

As áreas onde se observou urbanização verticalizada foram assim denominadas por apresentar construções de mais de 2 andares, embora sejam poucas na Ilha.

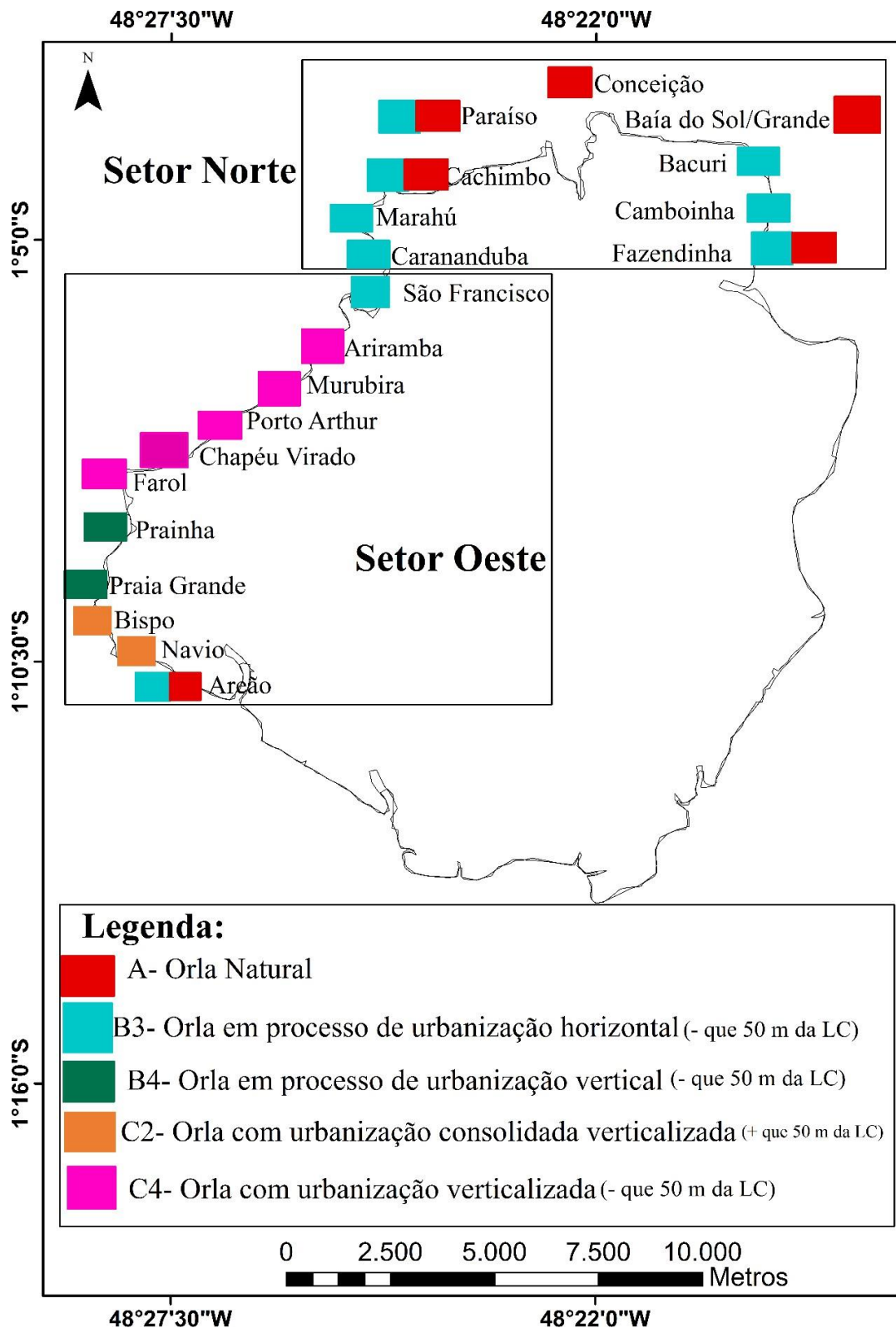


Figura 17- Classificação da orla de Mosqueiro quanto à ocupação humana na linha de costa. Adaptado de Brasil (2004).

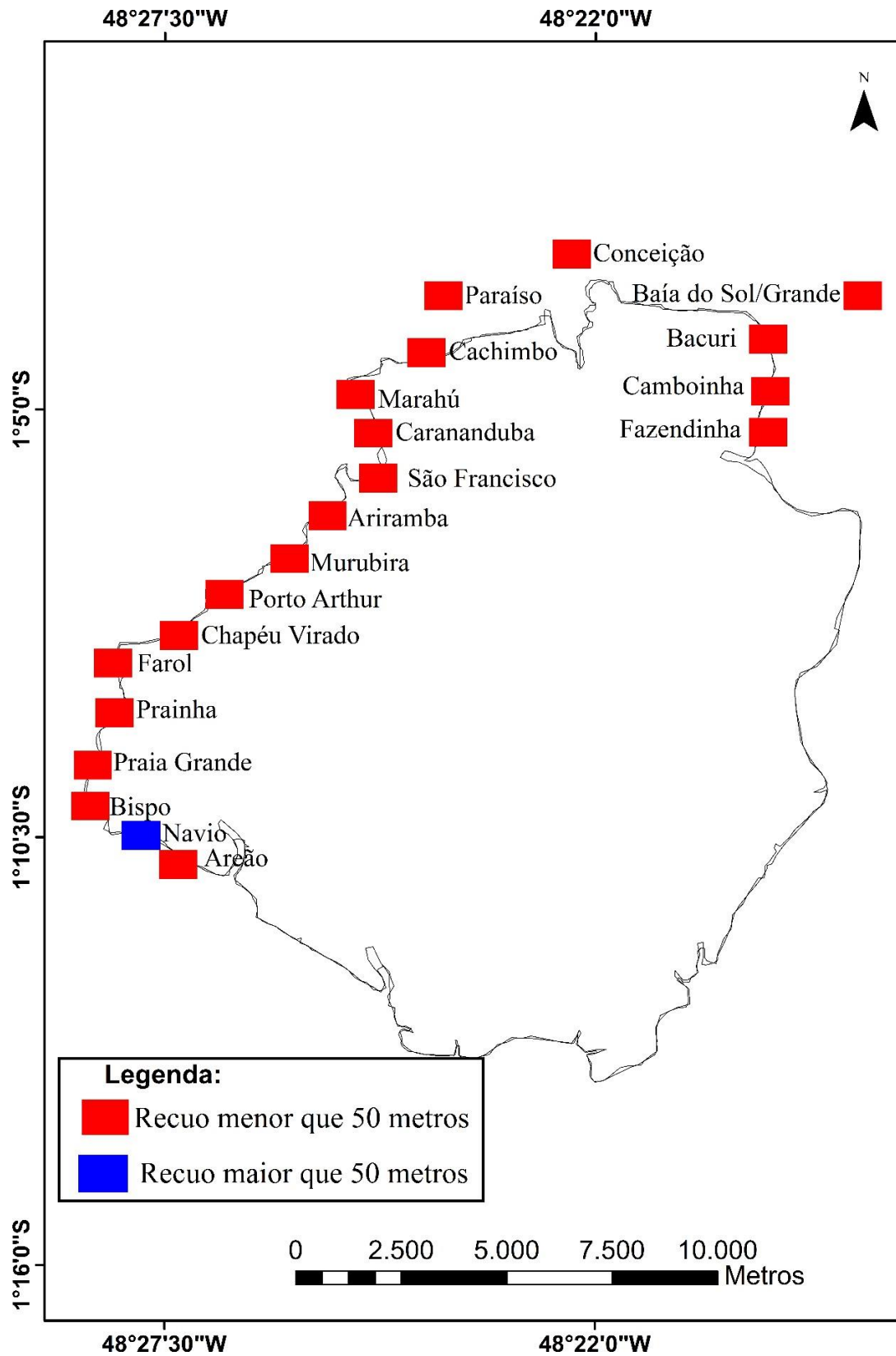


Figura 18-Mapa indicativo da posição das construções em relação a linha de costa. Adaptado de Ranieri (2014).

Em relação ao fator densidade das construções, analisando imagens de satélite atuais e observações em campo de residências próximas à linha de costa, pôde-se classificar Fazendinha, Camboinha, Bacuri, Conceição e Cachimbo com baixo adensamento. Já as praias de Baía do sol/grande e Paraíso classificam-se com alto adensamento, apesar de que as casas são espaçadas entre si na orla, a concentração nessa região é alta. Praias de Marahú e Carananduba ao longo da orla, possuem médio adensamento.

Nas praias do setor oeste, São Francisco, Chapéu virado, Ariramba, Murubira, Praia Grande, Bispo e Areão possuem alto adensamento na linha de costa. Torna-se válido enfatizar que em São Francisco e Areão parte de sua orla ainda estão em processo de urbanização, porém a concentração das construções ocorre sem recuo mínimo na linha de costa. Já as praias de Porto Arthur, Prainha, Farol e Navio possuem médio adensamento, possuem urbanização consolidada (Figura 19).

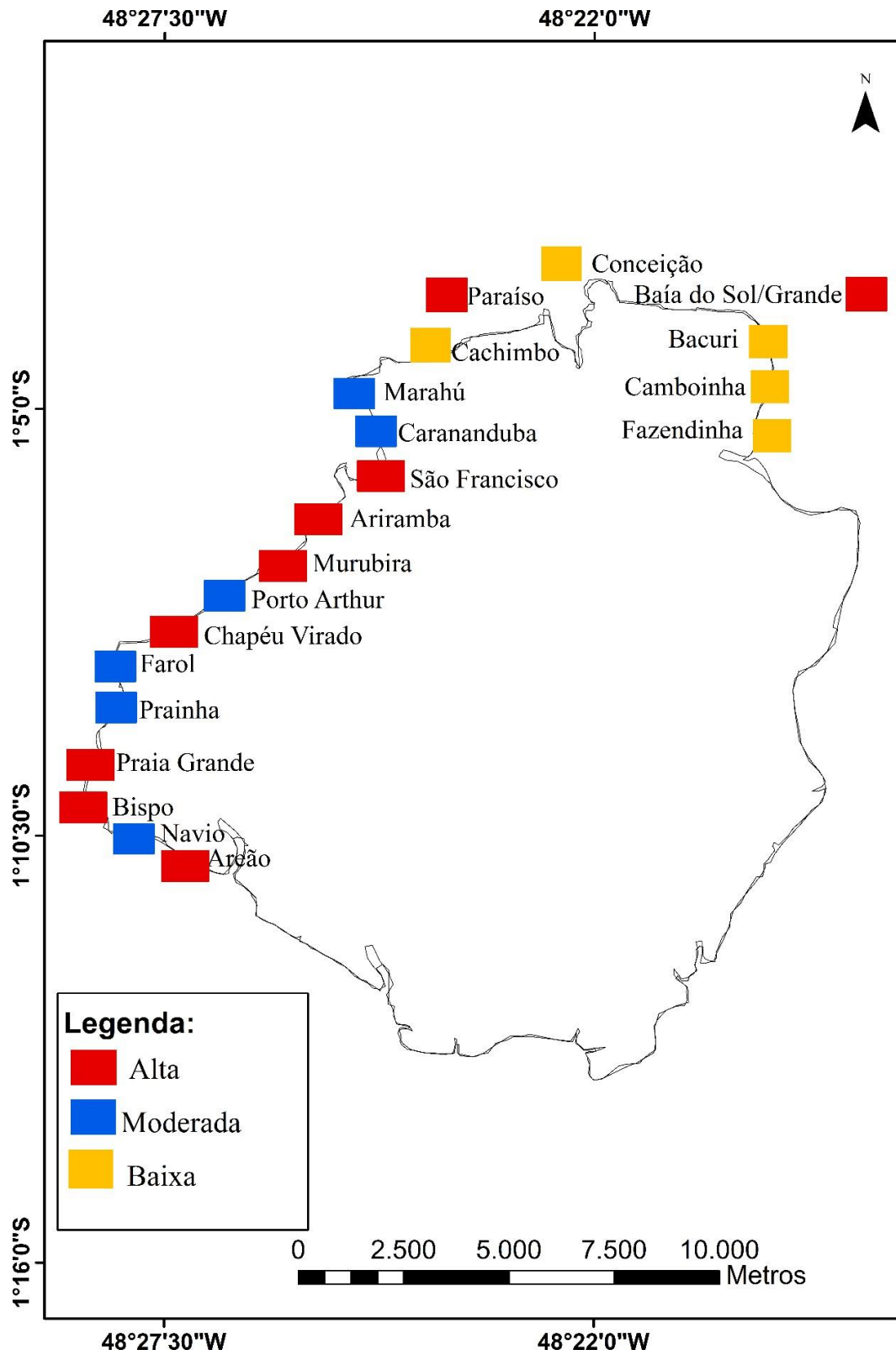


Figura 19-Mapa da densidade das construções em relação à linha de costa nas praias da Ilha de Mosqueiro.

6.6 AVALIAÇÃO DO GRAU DE RISCO

De acordo com a combinação dos fatores: posição das construções, densidade das construções e vulnerabilidade física, foram obtidos os resultados da avaliação do grau de risco (Figura 20) para as praias estudadas.

1) Sem risco eminente: Bispo, Fazendinha, Camboinha e Conceição, pois apresentam ou pouca densidade de urbanização próximo à linha de costa, ou nenhuma evidência de erosão.

2) Risco: Bacuri, Carananduba, Grande da Baía do Sol, Porto Arthur, Chapéu Virado, Farol, Prainha, Navio e Areão por apresentar alguma erosão evidente, ou uma paisagem parcialmente modificada pelas ações antrópicas.

3) Risco Acentuado: Ariramba, Cachimbo, Marahú, Paraíso, São Francisco, Murubira e Praia Grande. A característica principal dessas praias é que possuem um alto adensamento, não há recuo significativo da linha de costa, desencadeando ocupação desordenada na sua orla, elevando o grau de risco. Paraíso e Ariramba, apesar de contempladas com as novas construções de muro de arrimo, estão sob risco, especialmente durante as marés altas do período chuvoso. Marahú e Cachimbo apresentam inclusive erosão severa.

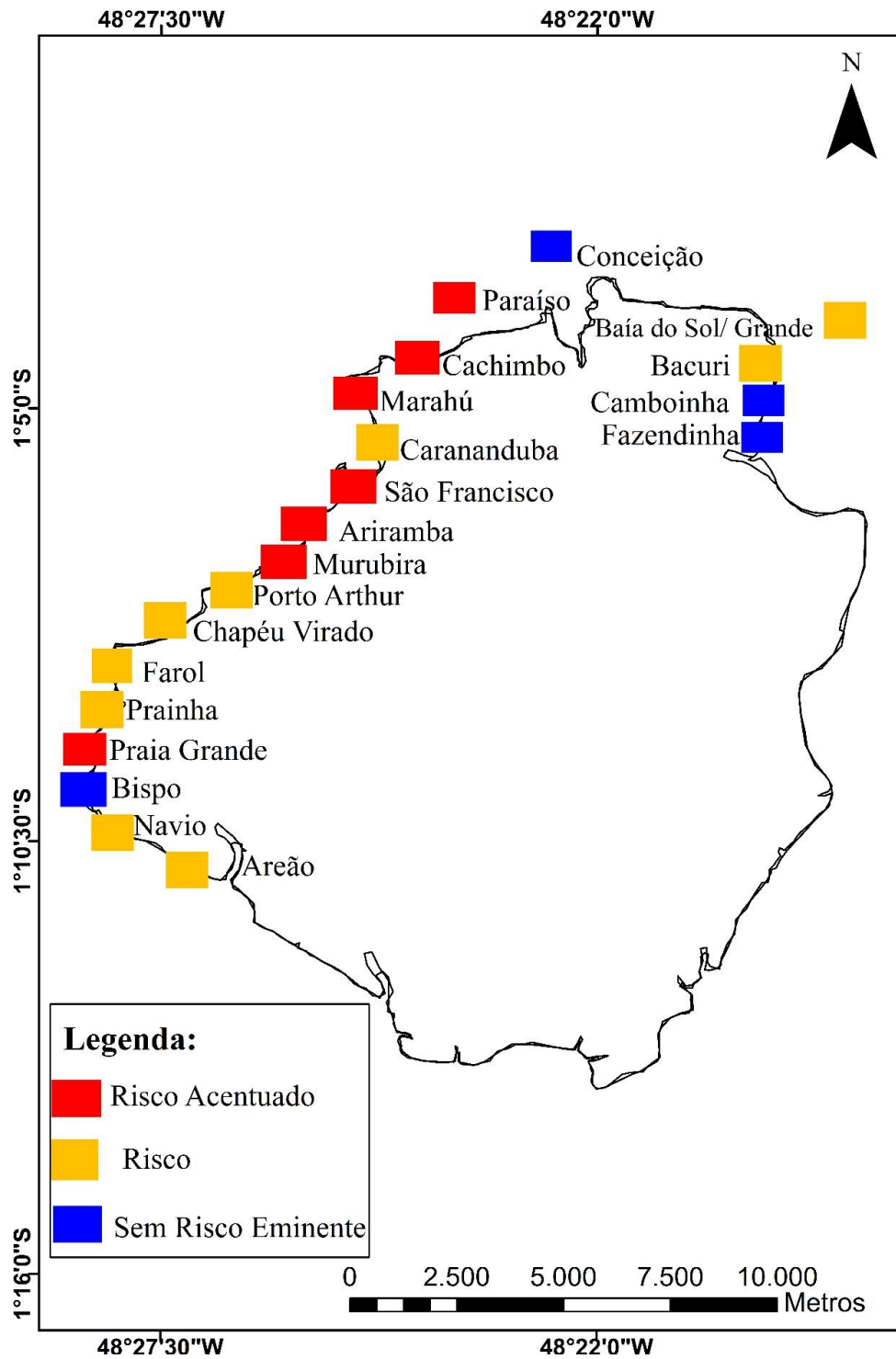


Figura 20-Classificação dos riscos na Ilha de Mosqueiro.

6.7 AVALIAÇÃO DO GRAU DE DANOS E PREJUÍZOS

Nas praias classificadas com risco acentuado observaram-se danos muito forte (Figura 21), locais estes onde há, geralmente, alta exposição às ondas, uma menor cobertura vegetal, alto adensamento populacional, além da posição das moradias bem próxima das praias (na linha de costa) e, mesmo após as construções dos muros, algumas ainda são afetadas com os problemas hidrodinâmicos associados ao escoamento pluvial.

As praias classificadas com danos ausentes, sendo em sua maioria praias já contempladas por muros de arrimos, são de tal forma devido às obras terem interrompido, mesmo que temporariamente, a erosão. Classificam-se com danos fracos a moderados, as que já sofreram com os problemas erosivos causados pelas ações combinadas dos processos hidrodinâmicos, ocasionando destruição parcial de ruas, avenidas, mas que hoje após as construções dos muros, os impactos estão minimizados.

Vale ressaltar que mesmo após as construções da nova orla e muros de arrimos, as praias de Marahú e Grande ainda sofrem com os processos hidrodinâmicos, sendo possível registrar no período chuvoso de 2019 a destruição em avenidas e até mesmo em casas (Figura 22).

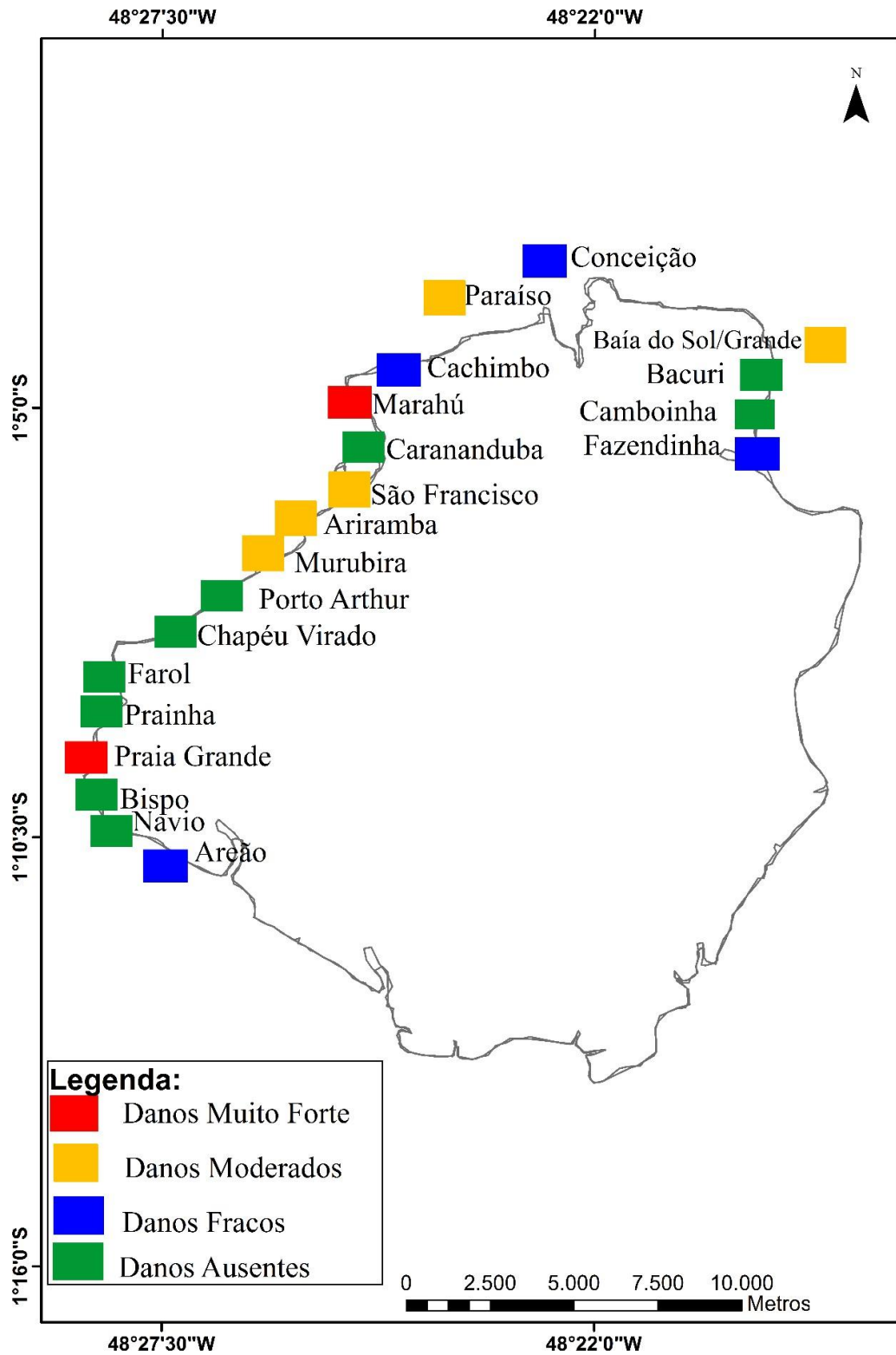


Figura 21-Classificação dos danos na Ilha de Mosqueiro. Adaptado de Lins-de-Barros (2005).



Figura 22-Representação das praias afetadas pela combinação de processos hidrodinâmicos. (A) Praia grande: Casa destruída. (B) Marahú: Muro de arrimo danificado. Fotografias retiradas em: 16/05/2019. Fonte: Próprio Autor.

6.7.1 Prejuízos

A destruição de casas, quiosques, ruas e avenidas representam prejuízos econômicos sendo estes gerados diretamente e indiretamente. Em 2017 um convênio entre o Ministério da Integração Nacional e a Prefeitura de Belém tomou providências emergenciais e criou um projeto para restauração das áreas costeiras em erosão, contemplando 10 praias em caráter emergencial. O custo da obra de restauração da Ilha de Mosqueiro, pelo projeto o convênio assinado por Hélder irá recuperar a orla (2017), assinado em 17 de maio de 2017, equivale a R\$ 23.188.260,57 (2017). Os custos com obras realizadas com reconstrução e recuo das casas, relatadas por entrevistados são valores aproximados (R\$35.000), constatados apenas nos locais com os danos evidentes, como a praia do Paraíso (Figura 23). Haja vista que não foi possível estimar o valor total em cada uma das praias.



Figura 23-Exemplificação das erosões na margem fluvial ocorridas na Praia do Paraíso. Fotografia retirada em: 19/06/2017 (antes da construção da nova orla).

6.7.2 Desvalorização

Em toda a Ilha, referente ao ano de 2017 e 2018 foi possível perceber que as casas sofreram desvalorização, ocasionando muitos abandonos das mesmas, pelos diversos problemas ocasionados pela erosão e insegurança local, falta de planejamento público e privado em relação às construções das casas e avenidas, assim como pela interferência antrópica que assim acentuou o problema erosivo no local, devido ao crescimento populacional desordenado, contribuindo significativamente para a degradação do ambiente. Os locais com os danos muito forte são áreas bem localizadas com vista para os rios, de fácil acesso, porém após fortes impactos combinados de processos hidrodinâmicos, em detrimento a forte ação erosiva, estas casas passam a ser desvalorizadas, pelos altos custos de manutenção ou recuo, ocasionando a perda de turistas para o local pela denominada “poluição visual” (Figura 24).



Figura 24-Exemplificação da poluição visual presente nas Praias: (A) Ariramba, (B) Marahú.
Fotografia retirada em:22/09/2018. Fonte: Próprio Autor.

6.8 ESTUDO DOS TIPOS DE ADAPTAÇÕES E PERCEPÇÕES

6.8.1 Obras

Em entrevistas com os proprietários de casas e quiosques na Ilha, obtiveram-se informações de que eles realizam diversas obras com o objetivo de minimizar os impactos causados pelas marés altas e problemas associados. As entrevistas realizadas com os moradores demonstram o predomínio de obras classificadas como proteção, segundo Farinaccio & Tessler (2010), sendo elas: Muros, barreiras de rochas, molhes e enrocamentos, em locais onde os danos são fortes. Há predomínio nos locais com danos moderados, de obras de infraestrutura (Figura 25) em avenidas e acesso às residências.

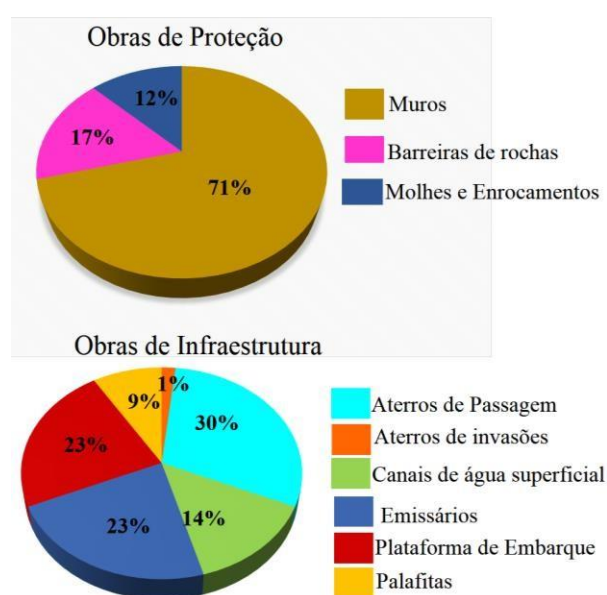


Figura 25-Representação das obras de proteção identificadas na Ilha de Mosqueiro.

Os resultados obtidos pela matriz de obras e danos de Farinaccio & Tessler (2010) são representativos somente para as regiões onde já ocorreu intervenção humana, como a presença de construções. As principais obras que ocorrem na Ilha de Mosqueiro são: obras de infraestruturas (Figura 26), aterros de passagem, como ruas, avenidas e estradas, píer ou plataformas de acesso/embarques; obras de Proteção (Figura 27), muros e barreiras de rochas.



Figura 26-Obras de infraestruturas presentes nas praias. (A) Marahú: rua de terra batida reparada por custeio dos moradores, (B) Bacuri: orla com acumulação de águas das chuvas, (C) Praia Grande: Plataforma de acesso, (D) Fazendinha: Plataforma de Embarque; (E) Bacuri: Dutos emissores. Fotografias retiradas em: 19/06/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.



Figura 27-Obras de proteção (Muros). (A) Praia Grande: Casa com barreiras de rochas, (B) Bacuri: presença de muros de arrimos, (C) Areão: construção do muro de arrimo, (D) Praia Grande: Muros de arrimos. Fotografias retiradas em: 19/06/2017 e 28/02/2018. Fonte: Próprio Autor.

Com relação aos padrões de interferência de obras no meio ambiente há o predomínio dos padrões B e C, que representam alterações nos fluxos (correntes) longitudinais e transversais às praias. Os impactos relacionados aos tipos de obras existentes e seus padrões de interferência indicam predominância do tipo G1 (impactos sobre a faixa de areia) e G3 (impactos associados) da matriz de Farinaccio & Tessler (2010), sendo que os principais impactos identificados foram: colapsos de muros de proteção, solapamento/recalques de aterros e redução de área de mangue.

6.8.2 Percepção da população

Efetuuou-se a aplicação do questionário com os moradores da Ilha (Anexo A) no dia 22 de setembro de 2018, foram 50 pessoas selecionadas aleatoriamente, cujo objetivo de entender se a obra de revitalização da orla de Mosqueiro trouxe benefícios à população e, se o problema de erosão ainda persiste mesmo depois da obra. Perguntou-se: (1) se os moradores concordavam com a construção de muros de arrimo nas praias, obtendo-se assim uma aprovação de 100% por parte da população. (2) se após a construção dos muros, houve melhorias nos problemas existentes. (3) se alguma atividade local foi prejudicada. As respostas estão nos gráficos abaixo (Figura 28).

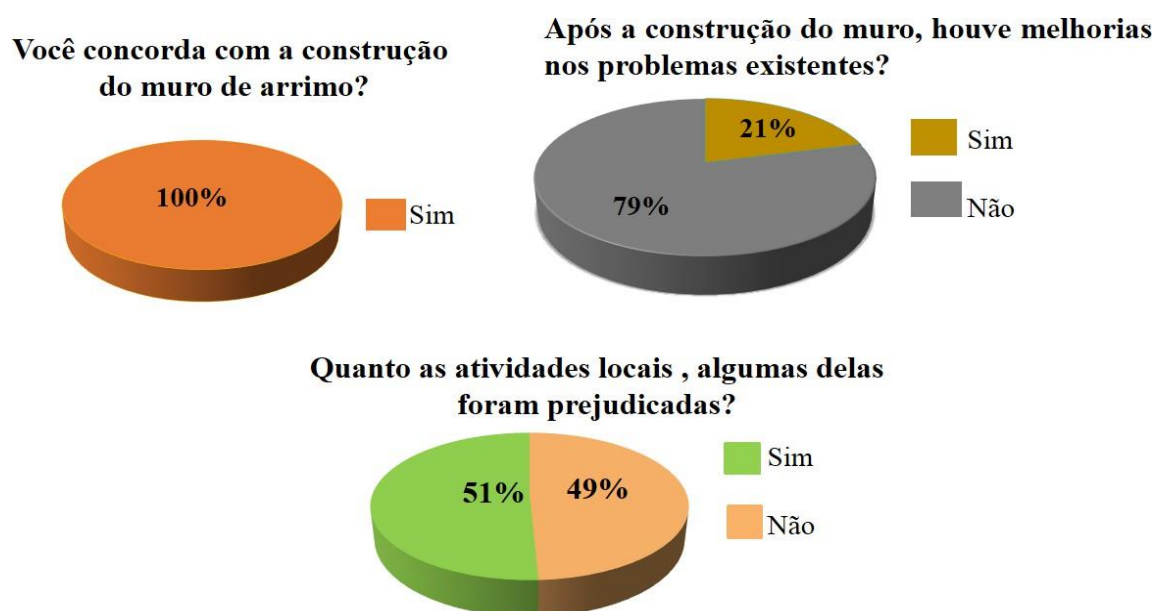


Figura 28-Relação entre a aprovação da obra de revitalização da orla da Ilha e a solução dos problemas ambientais.

Procurou-se entender quais foram os problemas minimizados após a construção da orla e, entre os mais citados, estão a erosão das margens, alagamentos das ruas e a invasão da água nas residências, problemas estes que vinham sendo observados na presente pesquisa como potenciais causadores de prejuízos.

Das principais atividades praticadas pelos moradores que relataram como afetadas no desenvolver da obra, foi o turismo, o comércio e a pesca. Um exemplo é o relato de um morador anônimo: “Como que alguém irá visitar uma praia que está cheia de entulhos de obra? ”. Apesar da construção da orla ter trazido melhorias, eles ainda relataram problemas ocasionados pelas marés altas (Figura 29). Estas divergências nas respostas refletem-se no fato de que as obras durante todo o período de campanhas de campo desta pesquisa, ainda não haviam chegado a todas as praias ou finalizadas. A obra de ação emergencial para a revitalização da Orla de Mosqueiro estava prevista para terminar em 1 ano a partir de outubro de 2017, contemplando apenas 10 praias de imediato. Contudo, passando para uma segunda etapa cujo término era final de 2018 (Brasil 2018).

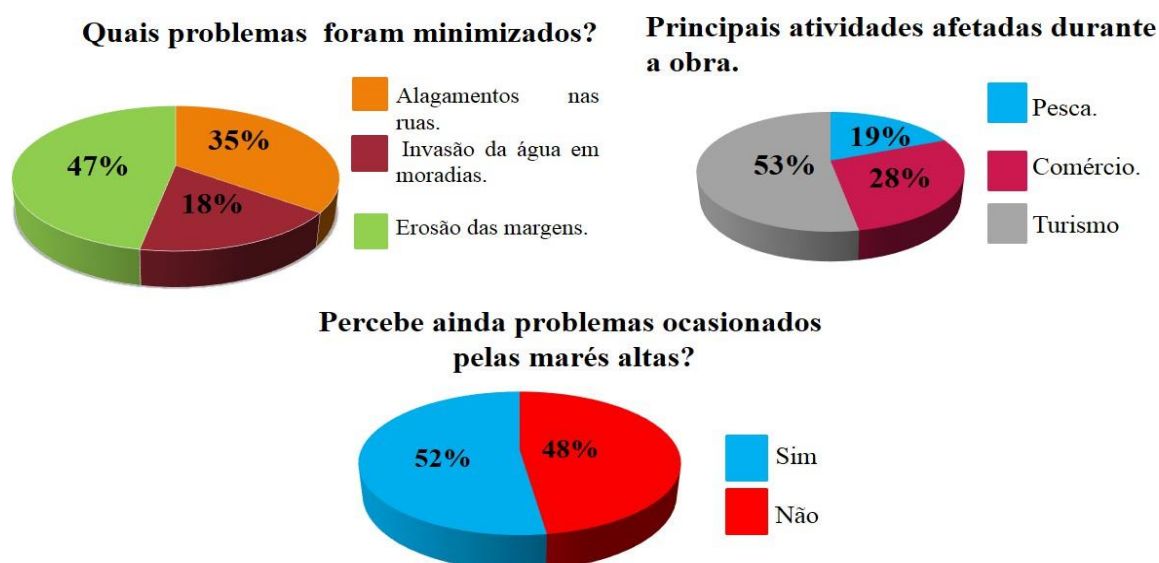


Figura 29-Relação dos principais problemas existentes na Ilha e os problemas minimizados com a construção dos muros de arrimo.

Perguntou-se se houve aumento no fluxo de turistas nos locais/praias onde a construção da nova orla estava finalizada e se a mobilidade dos moradores melhorou (Figura 30). Isto deve-se ao fato de que com a construção da orla muitas ruas passaram por uma manutenção, mas nem todas as ruas da Ilha receberam o mesmo tratamento. Tanto que alguns moradores relatam que se sentiam abandonados pela gestão pública.

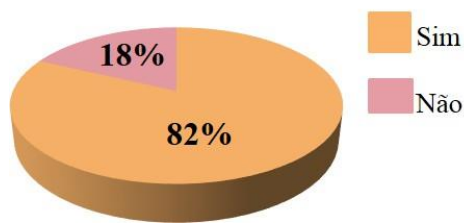
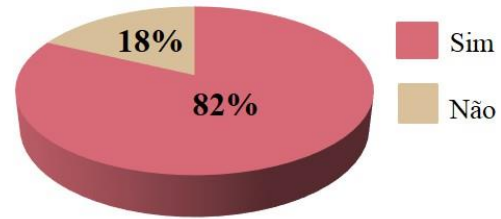
Houve aumento no fluxo de turistas?**A mobilidade dos moradores melhorou?**

Figura 30-Percentagem do aumento de turistas nas praias e melhorias na mobilidade dos moradores.

Por tratar-se de uma região que tem em sua base o turismo, a aplicação de outro questionário online (Anexo B) com frequentadores das praias ocorreu no dia 03/10/2017, foram entrevistados 33 pessoas. O objetivo consistiu em entender quem são os frequentadores da Ilha e em quais praias vão, para entender melhor quais são as que foram afetadas e tiveram o turismo reduzido após a construção dos muros (Figura 31).

Notou-se que o Marahú, uma das praias que mais sofria com erosão costeira, foi a praia indicada como a mais frequentada, induzindo a conclusão de que a obra de contenção de erosão foi/será benéfica ao turismo local.

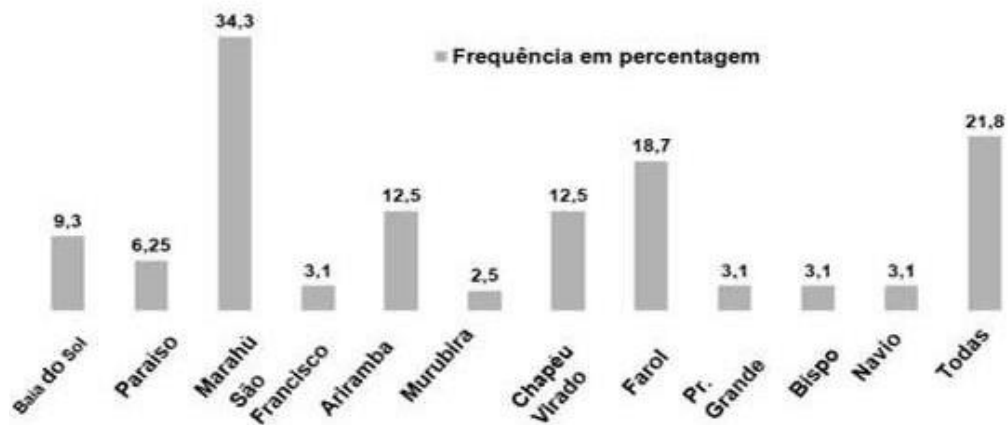
Quais praias você já frequentou na Ilha de Mosqueiro?

Figura 31-Percentagem de frequência nas praias da Ilha de Mosqueiro.

7 ÁREAS ESPECIAIS PARA PLANEJAMENTO

Utilizando a definição proposta por Esteves *et al.* (2003) as praias da Ilha de Mosqueiro foram classificadas em diferentes áreas para planejamento. A classificação dessas áreas foi baseada no grau danos e nas diferenças de adensamento populacional. A classificação da orla, quanto às áreas de planejamento, resultou no mapeamento a seguir (Figura 32). Assim, as áreas definidas para planejamento da Ilha de Mosqueiro são, em suma, as áreas críticas, áreas de risco potencial, áreas latentes e áreas naturais. O perfil com grande destaque são as áreas críticas e áreas de risco potencial, cujas características são baseadas no nível de ocupações ocorrentes às margens da linha de costa, possuem a classificação de danos variando de muito forte á fraco. Outro fator importante a ser considerado é a posição que eles ocupam ao longo do estuário, onde a incidência de ondas tende a ser forte, gerando maiores retiradas de sedimentos pelos rios. É importante frisar que toda a orla da Ilha de Mosqueiro está passível de mudanças na linha de costa e com recuos característicos. Isto quer dizer que as áreas latentes, não estão isentas de risco, considerando uma escala de médio a longo prazo.

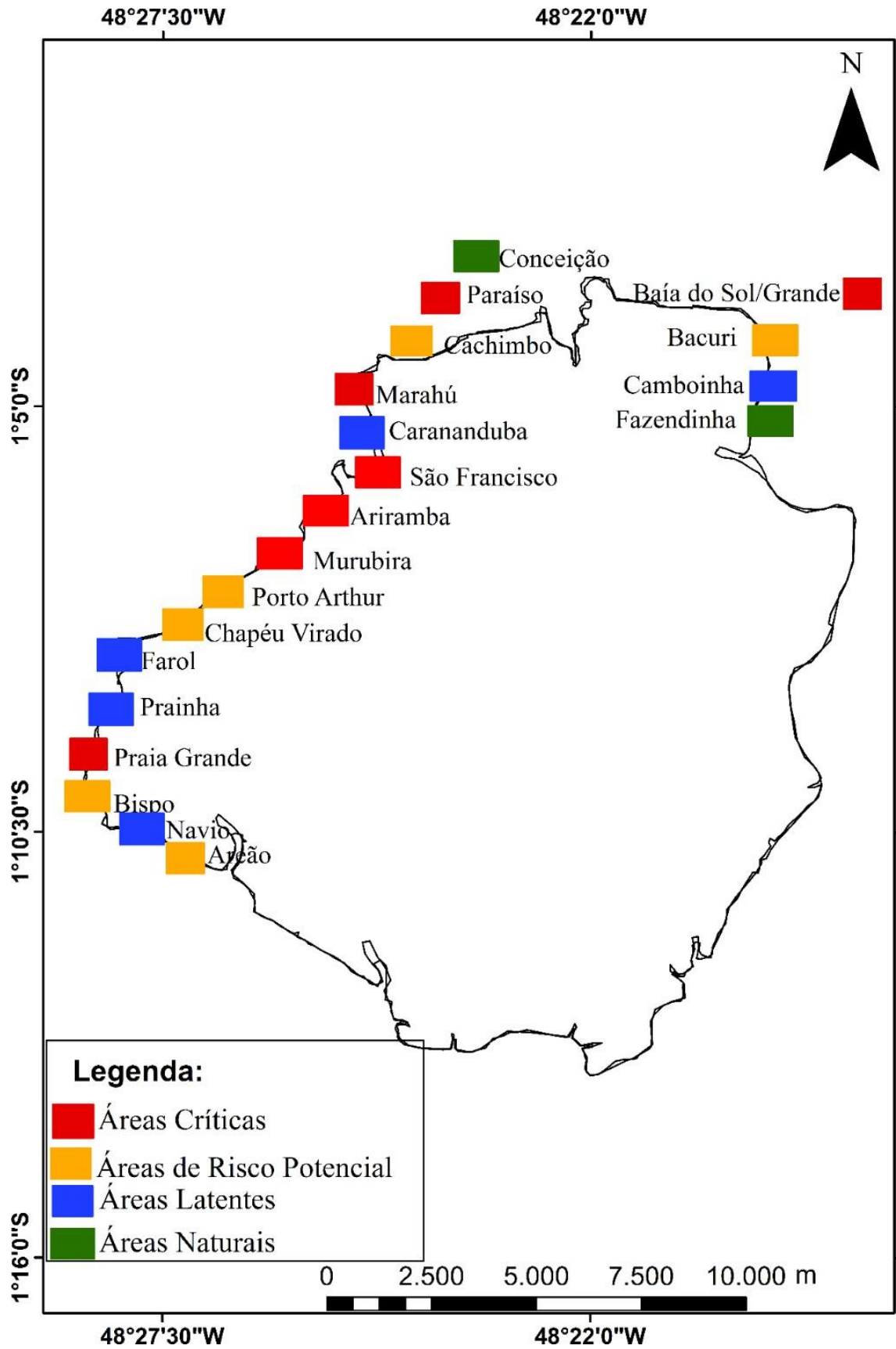


Figura 32-Mapa de áreas especiais para planejamento.

8 DISCUSSÃO

Considerando os 3 anos de pesquisa, 2017 a 2019, observou-se muitas áreas com erosão aparente. Nota-se uma diminuição na largura do pós-praia, evidenciando que as praias vêm sofrendo um gradativo recuo e perda de sedimentos na margem do Rio Pará. Bruunn (1972 *apud* Brezolin 2017) relata que as causas da erosão não resultam apenas de fatores antrópicos, mas também de alterações nos níveis do mar, influência dos rios, ação de ondas e de correntes litorâneas.

Segundo Andrade *et al.* (2006), as perdas de transporte de areias por parte dos rios intensificam os déficits de balanço sedimentar costeiro, reduzindo a areia disponível nas praias, contribuindo assim também para um aumento ainda maior da erosão costeira. De acordo com Brezolin (2017), estas alterações podem estar relacionadas à alteração no padrão de circulação hidrológica e sedimentar nas praias, provavelmente devido às construções irregulares e obras de contenção à erosão.

De acordo com Nordstrom (2010), a sedimentação em uma praia varia ao longo do ano, de acordo com as alternâncias entre tempo bom (quando geralmente ocorre o engordamento da praia) e tempestade (quando geralmente ocorre a erosão). Entre esses períodos, a vegetação retém a areia em períodos de acreção da praia e disponibiliza a areia em períodos erosivos, criando um sistema em equilíbrio. O período de tempo bom corresponde ao período menos chuvoso na região equatorial e, o tempestuoso, ao período chuvoso.

Segundo os indicadores de erosão observados na Ilha de Mosqueiro, os problemas erosivos podem estar fortemente atrelados à expansão urbana. Na Ilha, a ocupação humana em longos trechos ocorre muito próxima da margem do Rio Pará, degradando e destruindo os ecossistemas de proteção costeiros. Um outro fator que contribui para a erosão na ilha está relacionado a posição geográfica em que ela se encontra, visto que está sujeita a constante ação dos ventos alísios de NE, no Setor Norte especialmente e, da ação das marés, pois situa-se no estuário médio, onde as correntes ainda são bem intensas. Além disso, geomorfologicamente, a costa é propícia à instabilidade, devido à presença de falésias ativas, que também são afetadas no topo pela elevada pluviosidade local.

Outro fator importante, relacionado à densidade demográfica média, é a questão da infraestrutura urbana a qual a ilha se encontra, atrelado a falta de saneamento básico. Nascimento (2016), destaca no seu trabalho que nas regiões com significativa concentração demográfica um aspecto negativo é o lançamento de efluentes líquidos, relacionados à

precariedade das redes de esgoto disponíveis, além da presença de muitos resíduos sólidos. Estes são bem frequentes na Ilha de Mosqueiro.

De acordo com França (2020), outro fator que contribui para a erosão é a orientação NE-SW, facilitando a influência de ondas local geradas por ventos, no estuário da baía de Marajó, podendo atingir alturas de 1 a 1,5 m, nos meses de ventos mais fortes.

Na Ilha também existe o problema da diminuição da vegetação nas praias, que vem se tornando algo recorrente ao longo dos anos, tendo correlação com a erosão das margens da Ilha. A substituição da vegetação nativa (Mata ciliar) por uma vegetação secundária (ex: coqueiros, mangueiras) ao longo das praias que possuem um alto desenvolvimento de urbanização, agrava ainda mais o problema da erosão. Já a acreção ocorreu nas áreas, a qual se encontra mais no interior do estuário, portanto em áreas mais abrigadas e, nas porções mais afastadas da ocupação humana, onde houve pouca intervenção na paisagem natural.

Torna-se importante evidenciar a atuação dos processos costeiros na Ilha de Mosqueiro, o qual é responsável por modelar a linha de costa, portanto, a atuação desses processos costeiros (marés, ondas e correntes) incidem sobre toda a orla da Ilha, em algumas praias erodindo ou depositando. Um outro ponto a ponderar é em relação à interação com as falésias existentes na Ilha, o qual encontrarão nelas, de acordo com Marques *et al* (2016), uma barreira que não poderão ultrapassar, mobilizando sedimentos que fluem das áreas mais altas para as mais baixas.

A atuação desses processos costeiros em conjunto a outros é justificada por Marques *et al.* (2016): “Convém lembrar que a maré, interagindo com os processos de intemperismo, trabalha constantemente para tornar mais fraca a coesão da superfície das rochas, o que facilita a execução de processos erosivos. A erosão cria instabilidade para a falésia, provocando desmoronamentos, pois incide em sua base (baixa encosta). O descalçamento da base das encostas é uma das condições mais favoráveis para deflagrar a ocorrência de movimentos de massa”. (Marques *et al.* 2016, pág. 182).

Devido às características da região estudada, o grau de resistência observado nas praias estudadas foi predominantemente influenciado pela cobertura vegetal, visto que se constatou que os locais com grau de resistência mais baixo são geralmente aqueles onde a urbanização é mais intensa e as características naturais estão quase totalmente modificadas pela ação antrópica.

A instabilidade local foi resultado do cruzamento qualitativo do grau de resistência, grau de exposição e grau de resiliência. É possível constatar que a orla da Ilha de Mosqueiro possui uma instabilidade local elevada, conseqüentemente uma elevada vulnerabilidade física à erosão na maior parte de sua extensão. Isso se justifica pelas características esparsas da cobertura

vegetal na maioria das praias, às marés altas e, a alta incidência de ondas, principalmente em praias do Setor Norte. Tanto que a presença de estruturas de proteção rígida na maioria das praias reforça a constatação da elevada vulnerabilidade. Já as praias com grau de instabilidade local moderada a fraca justificam-se devido haver uma vegetação densa bem desenvolvida, possuindo também uma menor exposição às ondas pelo fato de estarem localizadas numa posição mais abrigada da Ilha, próximas ao Furo da Marinha.

Por outro lado, os locais com mais instáveis, com vulnerabilidade física elevada justificam-se por serem mais expostos no estuário e possuírem uma ocupação da linha de costa mais expressiva, com a construção de casas sobre o pós-praias, redução do pós-praia, canais estuarinos com destruição frontal de mangues ou várzea, destruição de faixas frontais de outras vegetações, erosão de margem urbanizada ou não, presença de falésias escarpadas, soterramento e inundações; sendo estes os principais indicadores de retração da faixa praial.

Segundo Canavieira & Papudo (2013), as áreas de maior vulnerabilidade na zona costeira, com tendência erosiva e com registro de ocorrência de inundação costeira, são áreas de preocupação adicional, sendo geralmente locais com densidade de ocupação humana elevada, protegidas ou não por estrutura de defesa costeira. A erosão não é claramente evidente nas praias do setor oeste: Porto Arthur, Farol, Chapéu Virado, Bispo e Navio e, em duas praias do setor norte: Fazendinha, Camboinha e Carananduba.

A caracterização da ocupação humana na orla da Ilha de Mosqueiro mostrou-se bastante heterogênea. Em relação a tipologia de orla, foram identificados seis das oito classes estabelecida no Decreto 5.300/2004 (Brasil 2004), indicando que a orla é bastante variada. Portanto, como Mosqueiro configura-se num ambiente extenso e diverso, torna-se difícil enquadrar todas as situações existentes na orla em um conjunto pequeno de tipologias, especialmente pela composição observada ser bastante heterogênea. Algumas praias do Setor Norte (Fazendinha e Conceição) possuem classificação do Tipo A, com a predominância de orlas naturais, onde há paisagens conservadas e baixo ou nulo grau de ocupação em alguns trechos. Já as praias do Bacuri, Camboinha e Grande da Baía do Sol, Paraíso, Marahú, Cachimbo e Carananduba, têm orlas do Tipo B3, pois encontram-se em processo de urbanização horizontal a menos de 50 m da linha de costa, respectivamente. Tendo, portanto, uma descaracterização da paisagem natural da linha de costa de forma gradativa neste setor (Figura 33).

As praias do Setor Oeste onde localizam-se as maiores concentrações de ocupação humana, foram classificadas como do Tipo B3 e, do Tipo C, que corresponde à uma urbanização mais consolidada. Exceção ocorre na Praia do Areão (Tipo A e B3), onde uma parte dela (ao

sul) apresenta preservação natural ou não ocupação e, outra (ao norte) em processo de urbanização horizontal sem recuo mínimo da linha de costa (50 m) (Figura 33).

A configuração de orlas heterogêneas remonta, processos históricos, econômicos e culturais de ocupação da Amazônia, são produtos de diversas ocorrências de projetos de ocupação que obtiveram apoio de políticas governamentais de integração de territórios, de desenvolvimento e incentivo de fluxos migratórios para a formação de centros urbanos, expostos no referencial teórico (Becker 1990).

Conforme o modelo proposto pela autora, a Ilha de Mosqueiro possui um modelo de urbanização tradicional, o qual ocorre ao longo da rede fluvial.

A ocupação urbana na Ilha de Mosqueiro, Região Metropolitana de Belém (RMB), é dependente economicamente dessa metrópole, impulsionando a rápida urbanização aliada a falta de planejamento, a carência muitas vezes de serviços públicos básicos (água e saneamento), associada ao fator econômico, e a regularização fundiária ausente em alguns casos.



Figura 33- Caracterização da tipologia de orla: Setor Norte (A) Orla natural-Tipo A; (B) Orla em processo de urbanização horizontal - Tipo B3 (região da Baía do Sol); (C) Orla em processo de urbanização horizontal-Tipo B3. Setor Oeste: (D) Orla em processo de urbanização vertical-Tipo B4; (E) Orla com urbanização consolidada verticalizada- Tipo C2; (F) orla com urbanização verticalizada- Tipo C4.

Outra classificação obtida neste estudo foi a do risco. O grau de risco surge a partir da combinação dos resultados obtidos da posição das construções, densidade das construções, e estudo da vulnerabilidade física à erosão. No geral, praias com elevada vulnerabilidade foram classificadas como tendo risco acentuado. Contudo, algumas praias classificadas com vulnerabilidade elevada ou moderada, tiveram grau de risco baixo ou sem risco eminente. Já as praias com elevada vulnerabilidade e risco acentuado, têm paisagem parcialmente ou totalmente modificada pelas ações antrópicas e com as novas construções do muro de arrimo, tendo um alto adensamento de construções sem recuo significativo da linha de costa, sendo assim suscetíveis aos riscos oriundos da erosão costeira.

A maioria das praias classificadas com vulnerabilidade moderado a fraca, possuem a classificação de “sem risco eminente”, pois apresentam pouca densidade de urbanização, além da pouca ou nenhuma evidência de erosão. Ressaltando-se que o risco está principalmente associado à presença de pessoas em uma determinada área (Lins-de-Barros 2005).

Com o objetivo de minimizar os problemas erosivo e os consequentes riscos à população (deslizamentos, perda de patrimônio e degradação visual), em 2017 um convênio entre o Ministério da Integração Nacional e a Prefeitura de Belém tomou providências emergenciais e criou um projeto para restauração das áreas costeiras em erosão, contemplando 10 praias em caráter emergencial, o convênio assinado por Hélder irá recuperar a orla (2017).

Nos anos de 2017 e 2018 executou-se a construção de muros de arrimo, contudo, nota-se que esta é uma medida de proteção costeira que se tornou predominante e recorrente na Ilha. A obra apresentou falhas em suas fases iniciais e com isso, o problema de erosão apareceu de forma mais acentuada, com a destruição de algumas partes de orla não terminada, devido às forçantes oceanográficas, particularmente as marés altas e ondas, a exemplo da praia do Marahú. Essas consequências se confirmam pelos resultados encontrados com a vulnerabilidade física e o grau de risco da área.

Segundo Nunes (2011) as obras de engenharia costeira tradicional possuem um custo elevado e, em grande parte, consistem apenas de medidas paliativas, visto que essas estruturas transferem o problema para um outro local, ou se estabilizam temporariamente. De acordo com Kraus & Pilkey (1988, *apud* Short & Masselink 1999), as estruturas de contenção diminuem a permeabilidade dos sedimentos e induzem processos de reflexão das ondas, tornando a praia mais plana e acelerando o processo erosivo. Como a nova orla foi finalizada recentemente (2019), a classificação do grau de danos na Ilha de Mosqueiro predominantemente foi de “danos ausentes”, pois a maioria das praias ou foram contemplada agora com muros de arrimo ou já tiveram sido contempladas antes (estas não tiveram revitalização de orla devido à maior

estabilidade dos antigos muros). Outras tem estabilidade costeira natural também, como a praia do Farol e Chapéu Virado.

As praias classificadas com danos fracos a moderados são as que já sofreram com os problemas erosivos causados pelas ações combinadas dos processos hidrodinâmicos, ocasionando destruição parcial de ruas, avenidas, mas que hoje após as construções dos muros, os impactos estão minimizados. Classificam-se com danos muito fortes, as praias de Marahú e Grande que ainda sofrem com os problemas das marés altas, principalmente.

Os impactos da erosão costeira sobre a linha de costa podem ser tanto físicos como ecossistêmicos e sociais, sendo que em linhas de costa densamente ocupadas esses danos são potencializados (Farinaccio 2008). Não é o caso das praias acima, pois embora a Praia Grande esteja num dos bairros mais populosos da Ilha, que recebe o mesmo nome, na sua linha de costa a ocupação não é tão densa.

Na Ilha de Mosqueiro, os danos são comprovadamente claros e esses danos vão desde impactos erosivos, ecossistêmicos à sociais, já que as pessoas são atingidas e sofrem com isso sazonalmente, sem falar da própria perda da biodiversidade no local, já que o sedimento é extremamente rico e diverso. No caso, dos impactos sociais os danos se estendem desde os prejuízos econômicos pelos quais arcam os proprietários, quer particulares, até os impactos financeiros sobre as pessoas atingidas pelo fenômeno erosivo. Vale ressaltar que quando há prejuízos econômicos e financeiros também eles devem ser contabilizados aos atingidos, principalmente quando se estendem por um longo período em virtude da recuperação e manutenção das intervenções realizadas com o objetivo de mitigar a erosão costeira (Farinaccio 2008; Paula 2015).

A Ilha de Mosqueiro concentra obras de engenharia costeira em sua linha de costa, sendo estas construídas por moradores e pelo poder público. Os resultados obtidos com a matriz de obras e danos de Farinaccio & Tessler (2010), aplicada nesta pesquisa, são representativos somente para as regiões onde já ocorreu intervenção humana, áreas com a presença de construções, demonstrando que essas intervenções geram modificações na linha de costa. Exemplos de modificações são: a retirada de sedimentos praias, alterações nos fluxos (correntes) longitudinais e transversais nas praias, despejo de efluentes e, a diminuição da proteção natural da linha de costa, visto que para a construção dessas obras retira-se a vegetação existente para a implantação dessas estruturas. Além de consequências das obras pouco duráveis, como colapsos de muros de proteção, solapamento/recalques de aterros.

O grande problema da maioria das medidas que utilizam a instalação de estruturas rígidas, a exemplo de muros de proteção, diques, quebra-mares, gabiões e outras técnicas de

contenção, é que essas estruturas rígidas são erguidas para solucionar um problema local, porém elas induzem o processo erosivo em outras áreas sejam elas próximas ou não. Isto leva a um “efeito dominó”, com prejuízos para o patrimônio público e privado, demandando da população atingida e dos gestores a adoção de medidas emergenciais e descontínuas, com custo elevado de obras pontuais (Farinaccio 2008; Souza 2009; Paula 2015).

Desse modo é evidente que a erosão não ocorre de maneira uniforme, nem com a mesma intensidade ao longo da orla de Mosqueiro. Os setores mais atingidos são locais onde até mesmo a população local investe em obras de contenção, como muros de arrimo, pilares de sustentação, aterros, empilhamento de sacos de areia e cimento, reforço de alicerces e de calçamentos (Figura 34). Algumas obras são improvisadas e desprovidas de orientação técnica, o que contribui para fragilizar a estrutura urbana diante das forças erosivas. Por outro lado, existem porções da orla pouco atingidas, onde o revestimento vegetal herbáceo das falésias, os muros de contenção e a orientação da linha de costa exercem um controle relativo diante dos agentes dinâmicos (França 2020).



Figura 34-Obras de proteção realizadas anteriormente às construções do muro de arrimo. A) São Francisco- Palafitas; B) Marahú- Bolsões de areia; C) Cachimbo- Barreiras de rochas; D) São Francisco- Bolsões de concreto. Foto retirada em: 09/11/2016 e 19/06/2017.

Segundo a percepção dos moradores, a erosão costeira presente na Ilha gera diversos problemas, não somente financeiros, mas também em caráter estético. Os custos com obras realizadas com reconstrução e recuo das casas, relatadas pelos entrevistados nesta pesquisa, possuem um custo altíssimo, sendo realizados pelos próprios moradores. Vale ressaltar que os

locais onde os impactos das marés altas geram danos muito fortes, em detrimento a forte ação erosiva, estas casas passam a ser desvalorizadas, pelos altos custos de manutenção ou recuo, ocasionando a perda de turistas para o local pela denominada “poluição visual”.

Desse modo a percepção ambiental constituiu uma importante ferramenta para comprovação da análise técnica desse trabalho e enriquecimento da pesquisa, proporcionando melhor análise dos dados, servindo como fator central para a elaboração de medidas mitigadoras sobre os problemas percebidos pelos moradores. A importância do diálogo é reforçada por Bakhtin (2004), no qual afirma que a fala está ligada as condições de comunicação, no que lhe concerne, ligadas as estruturas sociais. De acordo com Merleau-Ponty (2011), a percepção é essencial para a construção do conhecimento, logo, o sujeito não apenas capta a essência ao seu redor, ele absorve, ouve e toca a essência e seus significados impregnados.

Diante do exposto acima, é importante atentar-se para o seguinte questionamento: “Porque é necessário realizar o planejamento dessas ocupações, do uso do solo e da vegetação na área? ”. Marques *et al.* (2016), considera o planejamento das ocupações de extrema importância, visto que com o crescimento das populações nas zonas costeiras a busca por espaço e recursos, desenvolvimento de atividades econômicas, a própria degradação do meio ambiente e, a falta de saneamento básico, aumentou-se as demandas e quando se faz esse planejamento, o objetivo comum é a melhoria das condições de vida e a interação com o meio que vivemos, de forma que essas interferências sejam pequenas.

Diante do cenário apresentado, as áreas definidas para Planejamento na Ilha são um retrato da problemática erosiva presente em Mosqueiro, mudanças ocorridas na linha de costa e com recuo característicos, redução da vegetação, entre outros. Isto quer dizer que mesmo as áreas classificadas como latentes, sem ações prioritárias, não estão isentas de risco, considerando uma escala de médio a longo prazo. Fato esse justificado por Lins-de-Barros (2010), onde áreas latentes próximas a regiões com grande ocupação urbana necessitam ser monitoradas, pois possuem tendência de uma ocupação em um futuro próximo.

Para as áreas classificadas como naturais, faz-se necessário que os moradores tenham a consciência de que essas áreas são importantes e necessárias, para isso é preciso sim um trabalho de educação ambiental, pois estamos vivendo momentos em que já não ficamos mais tão conectados com a natureza, e que esquecemos sua importância, portanto é necessário essa atuação da educativa de sensibilização, para que os moradores sintam-se conectados em seu ambiente e que decidam preservá-las, logo o monitoramento destas áreas naturais torna-se importante.

Nas áreas classificadas de risco potencial é necessário a continuidade do monitoramento, já que o crescimento populacional poderá aumentar daqui a alguns anos, e conseqüentemente aumentará os riscos para essa população. Áreas classificadas como críticas, que possuem uma urbanização consolidada, ou seja, fixa, torna-se necessário ações de manutenção pelo poder público e de conscientização com a população para que ela entenda o quão importante é que elas não avancem ainda mais sobre os ecossistemas e, que o ambiente praial, por exemplo, precisa “respirar” para que continue desempenhando o seu papel fundamental que é a proteção. Se todos decidirem ocupar esse ambiente, as perdas serão grandes em diversos aspectos, sejam ecossistêmicos, social ou econômico.

Quando se tem um problema grande como o erosivo a busca por ações de prevenção e mitigação tornam-se necessárias. A educação ambiental exerce um grande papel na sociedade para estas ações. De fato, ainda se tem uma visão errada de que esta área se concentra apenas na realização de eventos, palestras e distribuição de panfletos. É verídico de que o trabalho educativo, para ser efetivo, depende fundamentalmente de pessoas. Mas a educação ambiental vai muito além de palestras. Ela é importante na mediação de conflitos, à aproximação entre os moradores, conexão com o ambiente, na construção de diálogos onde todos os conhecimentos, sejam do cientista, morador, ribeirinho, camponês, quilombola, índio, possam ser trocados, de modo que todas as pessoas envolvidas sejam ouvidas e tornem-se agentes de mudança.

Quando as alternativas preventivas citadas anteriormente não forem eficazes, devido à necessidade de medidas de mitigação ou contenção da erosão já instalada, é necessário buscar outras alternativas, a exemplo obras de engenharia passiva. Estas compreendem a reconstituição ambiental, sem implantação de estruturas rígidas, mas ainda são pouco implantadas.

Exemplo de métodos de contenção de erosão, com o subsídio de vegetação, são os Rip-Rap vegetativos com sacos de aniagem. Esta técnica consiste na fixação de sacos de polipropileno de malha vazada, tratada contra os raios ultravioletas. Rip-Rap tem a finalidade de estabelecer o equilíbrio da encosta através de seu próprio peso, além de reduzidos os custos, permitindo que comunidades carentes possam minimizar erosões localizadas às margens dos rios, sem gastar muito (CCA Brasil – Soluções Sustentáveis 2017). Na Ilha de Mosqueiro, pôde-se observar a implantação destas estruturas por parte da comunidade nas praias do Marahú e Paraíso, por exemplo (Figura 35), antes da construção da nova orla.



Figura 35-Exemplos de Rip-Rap implantados pela comunidade na praia de Marahú. Fotografia retirada em: 9/11/2016.

Outro exemplo de medida de proteção ambiental que se utiliza dos próprios benefícios dos ecossistemas refere-se ao que se denomina de Serviços Ecossistêmicos. Estes podem ser de 04 tipos: Suporte (Propiciam condições para que os outros serviços se estabeleçam), Provisão (Produtos obtidos do ecossistema), Regulação (Benefícios obtidos pela sociedade a partir da regulação natural), Cultural (Benefícios obtidos do ecossistema que contribuem para o bem-estar da sociedade) (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Portanto, os serviços abordados são bons meios de proporcionar o equilíbrio ambiental, ou mesmo minimizar os problemas, como os de erosão, neste caso, destacando os serviços de Regulação e Suporte.

A cobertura vegetal comporta-se como uma defesa natural contra a erosão, portanto, os controles da erosão por meio da vegetação tornam-se um meio fácil, prático e barato, visto que a vegetação atua como reforço para conter o solo. Áreas de solos sem vegetação ficam expostas às ações intempéricas, oceanográficas e antropogênicas, tendo como resultados erosões e inundações, como principais fatores agravantes.

A utilização de Bambu para a recuperação de áreas degradadas, por exemplo, traz inúmeros benefícios, dentre eles a diminuição da vulnerabilidade a desastres naturais, proteção do solo, regulação hídrica, retenção de gases do efeito estufa e rápida fixação de CO₂. Caracteriza-se pela capacidade de ser renovado, pois não há outra espécie florestal que possa

competir quanto a velocidade de crescimento, pois o Bambu pode alcançar cerca de 30 m de altura em até seis meses (Giraldo & Sabogal 2008).

Quando as medidas citadas anteriormente não forem suficientes por já existir uma consolidação da problemática, tal como uma alta ocupação desordenada próxima ou na linha de costa afetada por erosão, deve-se recorrer-se às ações estruturais de proteção. Mas para isso é necessários estudos oceanográficos, geológicos e sociais prévios para cada região, pois quando esse fator é desconsiderado temos como resultados medidas superfaturadas, malsucedidas e conseqüentemente aumento do potencial erosivo.

Exemplo de tecnologia bastante utilizada para conter a erosão costeira e proteger margens litorâneas ou fluviais são os gabiões. Segundo Barros (2009), o sistema é de origem italiana, e no Brasil surgiu em meados da década de 70, a principal vantagem é seu tempo de duração de no mínimo 50 anos.

9 CONCLUSÃO

As praias são ambientes de extrema importância tanto do ponto de vista ambiental, social e econômico, são naturalmente frágeis, dinâmicas, estando constantemente se ajustando às condições ambientais naturais e às mudanças impostas pelo homem. A erosão vem sendo observado em diferentes lugares e torna-se um problema, pois afeta o homem, provoca a perda de moradias, gera risco e conseqüentemente prejuízos financeiros.

A Ilha de Mosqueiro é um polo turístico importante que vem sofrendo com o problema erosivo. A valorização da região costeira provoca intenso crescimento urbano e vem se acentuando de maneira desordenada, ocorrendo ao longo das margens do Rio Pará, resultando em construções com recuo menor que 50 m. Já a erosão na ilha está relacionada a posição geográfica em que ela se encontra, visto que está sujeita a constante ação dos processos hidrodinâmicos, a presença de falésias e promontórios.

Associado ao mapeamento da distribuição populacional, observam-se outros problemas negativos nas praias como o lançamento de efluentes líquidos, relacionados à precariedade das redes de esgoto disponíveis, além da presença de muitos resíduos sólidos. Outro problema constatado da diminuição da vegetação nas praias, a substituição da mata ciliar por uma vegetação secundária (ex: coqueiros, mangueiras), vem se tornando algo recorrente ao longo dos anos, tendo correlação com a ocupação urbana em detrimento ao modelo de urbanização Amazônico, ao longo dos rios, sem quaisquer planejamento e estrutura adequada, o qual acentuam o processo erosivo das margens da Ilha.

As praias que apresentaram vulnerabilidade elevada à erosão possuem áreas mais expostas no estuário e uma ocupação da linha de costa mais expressiva, de forma desordenada, e mais próximas da linha de costa. Evidências da vulnerabilidade costeira observadas são: redução do pós-praia, destruição de faixas frontais da vegetação, erosão de margem urbanizada, presença de falésias escarpadas, soterramento e inundações, sendo, portanto, indicadores de retração da faixa praial.

Sobre a tipologia de orla, em decorrência do processo histórico de urbanização ocorrem classes distintas (tipologia de orla A, B e C) ao longo das margens dos rios. A valorização das áreas costeiras em detrimento da especulação imobiliária e potencial turístico, implica que as praias apresentem descaracterização da paisagem natural, ocorrendo gradativamente em detrimento das maiores concentrações de ocupação urbana, modificando a dinâmica local e intensificando o processo erosivo já instalado na Ilha de Mosqueiro. Desse modo, torna-se

importante evidenciar que a Ilha já apresenta uma tendência natural a ser erosiva, e a ocupação urbana e suas modificações acentuam esse processo.

O grau de risco na Ilha de Mosqueiro está associado a ocupação urbana, logo praias classificadas com a vulnerabilidade elevada (ex.: Ariramba, Cachimbo, Marahú, Murubira, Paraíso, Praia Grande e São Francisco) têm, geralmente, grau de risco acentuado, pois apresentam paisagem modificada pelas ações antrópicas, tendo um alto adensamento de construções sem recuo significativo da linha de costa.

Em relação aos danos observados nas praias da Ilha de Mosqueiro, conclui-se que praias classificadas com danos fracos a moderados (como: Areão, Ariramba, Baía do sol/Grande, Cachimbo, Conceição, Fazendinha, Farol, Murubira, Paraíso e São Francisco) são as que já sofreram com os problemas erosivos causados pelas ações combinadas dos processos hidrodinâmicos, mas em virtude da construção dos novos muros de arrimo, os danos estão minimizados. Danos muito fortes, destacam-se nas praias de Marahú e Grande, que ainda sofrem com os problemas das marés altas.

Mas notou-se, de um modo geral, que os novos muros de arrimo construídos na Ilha têm minimizado boa parte dos processos hidrodinâmicos, contudo pode indicar uma situação temporária, podendo alguns deles continuar instáveis (onde houve reparação), ou os novos muros de arrimo não terem grande durabilidade. Situação que só pode ser comprovada com um monitoramento constante da área.

Em relação à percepção da população, observou-se que os atores sociais são sujeitos atuantes na Ilha de Mosqueiro, pois a participação comunitária assume um grau de importância do ponto de vista social e político, portanto, uma pesquisa de análise de eventuais processos de vulnerabilidade e risco à erosão costeira, sem a participação da população, não é efetiva, transformadora, verdadeira, séria e engajada. A atuação dos atores sociais envolvidos confere a reafirmação enquanto sujeitos e cidadãos, pois promove reflexão, conhecimento e nos leva a discussão dos problemas evidenciados na Ilha de Mosqueiro.

Quando se tem um problema grande como o erosivo, a busca por ações de prevenção e mitigação tornam-se necessárias. A educação ambiental exerce um grande papel na sociedade, importante na mediação de conflitos, na aproximação entre os moradores, conexão com o ambiente e, na construção de diálogos. Uma segunda alternativa, já de mitigação, são os Serviços Ecossistêmicos, destacando os serviços de Regulação e Suporte. A cobertura vegetal, como exemplo de serviço, comporta-se como uma boa defesa natural contra a erosão. Estratégias de corredores ecológicos em áreas pouco ocupadas, são sugestões dadas nesta pesquisa.

Como última alternativa recomenda-se recorrer às obras de engenharia nessas áreas pouco ocupadas. Primeiramente engenharia passiva, que se utiliza da própria adequação do ambiente, induzida especialmente por materiais não rígidos. E, secundariamente, as obras de engenharia rígidas, que são meios estruturais de proteção costeira. Para estas é importante destacar que é necessários estudos oceanográficos, geológicos e sociais prévios para cada região. Dentre os métodos possíveis podemos citar os gabiões.

Locais onde a ocupação humana está bem consolidada e próxima da linha de costa afetada por erosão, tais obras de engenharia fazem-se necessárias, contudo, requerendo um estudo adequado da região, visando durabilidade do método implantado e, para que o empreendimento não acabe intensificando o próprio problema da erosão no local ou áreas adjacentes.

Ademais, sugere-se que sejam aprofundados estudos e novos projetos voltados para a análise da vulnerabilidade e risco à erosão costeira sejam levantados, contemplando os aspectos considerados nesta pesquisa, e outros. Sugere-se também promover uma maior participação da população, priorizar novos projetos de implantação de medidas mitigadoras relacionadas a cobertura vegetal, incentivar novas propostas de modo a facilitar a compreensão das tipologias de orlas e suas ocupações ao longo da rede fluvial. Tais possibilidades poderão gerar mais resultados de modo a se compreender lacunas presentes neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Arai M., Uesugui N., Rossetti D. D. F., Góes. 1988. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. *In: SBG, 35 Congresso Brasileiro de Geologia, Anais [...]*, Belém-Pa, p. 738-752.
- Álvares C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., Gonçalves J. L. M., Sparoverk G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6): 711-728.
- Alves M.A.M.S. 2001. *Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua, nordeste do Pará*. Belém: Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 104f. Dissertação de Mestrado em Geologia e Geoquímica.
- Alves M.A.M.S. 2002. *Introdução à Morfodinâmica de praias arenosas de meso - macromarés*. Belém: Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 182p. Apostila do Curso de Graduação em Oceanografia.
- Alves M. A. M. S, El-Robrini M., Souza Filho P.W.M., Farias D. R., França C. F. 2004 Morfodinâmica das Praias de Meso-Macromarés da Zona Costeira do Estado do Pará. *ResearchGate*, 10:1-7.
- Alves M.A.M.S., Ribeiro A.M., Lima M.W., Farias D.R., Lima A.Q., Corrêa J.M., Fontes E.F. 2011 Efeitos da erosão costeira no litoral do estado do Pará – Costa Norte do Brasil. *In: ABrHIDRO, Congresso sobre planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, Cabo Verde*, p. 708-712.
- Albuquerque M. F. D., Souza E. B. D., Oliveira M. D. C. F. D. & Souza júnior J. A. D. 2010. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas 1978-2008. *Revista Brasileira de Climatologia*. 10 (6): 151-168.
- Andrade C., Pires H. O., Silva P., Taborda R., Freitas M. C. 2006. Zonas costeiras. *In: Santos F.D. & Miranda P. (ed.). Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e medidas de adaptação-Projecto SIAM II*. Portugal, Gradiva, p.169-208
- Barros P.L.A. 2009. *Obras de contenção: manual técnico*. Jundiaí SP. Maccaferri. 300p.
- Bakhtin M.M. 2004. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 10 edição, São Paulo: Hucitec.
- Becker B. K. 1988. Significância contemporânea da fronteira: uma interpretação geopolítica a partir da Amazônia Brasileira. *Fronteiras. Brasília: Editora UnB*, 4 (4): 60-89.
- Becker B. K. 1990. *Amazônia*. São Paulo, Ática, 112p.
- Becker B.K. 2003. Amazônia: mudanças estruturais e urbanização. *In: Gonçalves M. F., Brandão C. A. & Galvão A. C. Regiões e cidades: o desafio urbano regional. São Paulo: UNESP*, p. 651-656.
- Braga C.A. O. 2019. *Análise das variações da linha de costa na Ilha de Mosqueiro- PA ao longo de 17 anos*. Belém, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 89f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia).
- Brasil. *Decreto n.º 74.557,12* de setembro de 1974. Cria a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d74557.htm. Acesso em: 12/08/2020.
- Brasil. *Lei n.º 6.938*, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Acesso em: 15/03/2021.
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 07/01/2020.
- Brasil. *Lei n.º 9.433*, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/>. Acessado em: 24/05/2021.
- Brasil. *Decreto n.º 5.300* de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, 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 e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/>. Acessado em: 05/02/2017.
- Brasil. *Decreto n.º 5.377* de 23 de fevereiro de 2005. Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/>. Acessado em: 02/07/2020.

- Brezolin P.T. 2017. Análise da variação e estabilidade da linha de costa da praia da Armação, Florianópolis-litoral sul da ilha de Santa Catarina. *Geociências (São Paulo)*, 38 (1): 241-256.
- Bird E. 1993. Submerging coasts: the effects of a rising sea level on coastal environments. [S.l.], John Wiley & Sons. p.23. (Geophysical Research Letters, 37). <http://hdl.handle.net/20.500.11822/30369>.
- Bird E. C. F. & Schwartz M. C. 1985. The world's coastline. *New York: Van Nostrand einhold*, 1071 p.
- Birkmann J. 2007. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, (7):20–31.
- Büchele B., Kreibich H., Kron A., Thieken A., Ihringer J., Oberle P. & Nestmann F. 2006. Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6(4), 485-503.
- Bush D.M., Neal W.J., Young R.S. & Pilkey O.H. 1999. Utilization of Geoindicators for Rapid Assessment of Coastal-Hazard Risk and Mitigation. *Ocean & Coastal Management*, 42(8): 647-670.
- Bruun P. 1972. A história e a filosofia da proteção costeira." Coastal Engineering. 33-74. *In: Brezolin P.T. 2017. Análise da variação e estabilidade da linha de costa da praia da Armação, Florianópolis-litoral sul da ilha de Santa Catarina.*
- Cai F., Su X., Liu J., Li B., Lei G. 2009. Coastal erosion in China under the condition of global climate change and measures for its prevention. *Progress in Natural Science*, 19 (4):415-426.
- Soluções sustentáveis 2017. Rip- Rap. Rio de Janeiro. CCA Brasil.
- Carvalho C. A. 2003. *Caracterização textural e mineralógica dos minerais leves na Plataforma Continental do Pará (entre a foz dos Rios Pará e Gurupí)*. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 84p.
- Canaveira P. & Papudo R. 2013. Zonas Costeiras. *In: Relatório de Progresso da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, p. 191-212.
- Cavalcante J. D. S. I. & Aloufa M. A. I. 2018. Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise qualitativa do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. *In: DRd, Desenvolvimento Regional em debate*, 8(2): 89-107.
- Cohen J.C.P. 1996. *Mecanismo de propagação e estrutura das linhas de instabilidade da Amazônia*. Tese de Doutorado, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 173 p.
- Corrêa I. C. S. 2005. Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da baía de Marajó-PA. *Pesquisas em Geociências*, 32 (2):109 - 118.
- Comissão Interministerial para Recursos do Mar - CIRM. 2018. Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira. Brasília, DF, Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro/Comissão Interministerial para Recursos do Mar, 111p.
- Costa M.L., Angélica R.S. & Avelar J.O.G. 1991. Outeiro e Mosqueiro: exemplos de evolução laterítica imatura. *In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia*, (3): 479-494.
- Cunha L. & Dimuccio L. 2002. Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra. *Territorium*, (9):37-51.
- Lei N° 9.064, de 25 de maio de 2020. Diário Oficial [do] Estado.
- O convênio assinado por Helder irá recuperar a orla. DOL – Diário On-Line. Notícias 2017.
- Resolução CIRM n° 01, de 21 de novembro de 1990. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Diário Oficial [da] União.
- Decreto n° 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei n°7.661, 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 e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União.

- Eclac. 2012. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe vulnerabilidad y exposición. Universidad de Cambria, Instituto de Hidráulica Ambiental, 174 pp.
- El-Robrini M. 2001. *Variabilidade morfológica e sedimentar de praias estuarinas, ilha de Mosqueiro*. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 87 f.
- El-Robrini M., Silva M. A. M. A., Silva Junior P., Silva Junior O., França C. 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro: Pará. *Ministério do Meio Ambiente*, p.89-130.
- El-Robrini M., Santos A.V, Santos M., Lima J; Souza U. 2018. Programa da erosão costeira no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, secretaria de recursos hídricos e qualidade ambiental, Brasília.
- Esteves L.S., Silva A.R.P., Arejano T.B., Pivel M.A., Vranjac M.P. 2003. Coastal development of human impacts along the Rio Grande do Sul beaches, Brazil. *Journal of Coastal Research*, (35):548-556.
- Estatuto[da] Cidade. 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
- Fracalossi W. & Fachin Z. 2012. O meio ambiente cultural equilibrado enquanto direito fundamental. In: CONPEDI, 21º Congresso de pesquisa e pós-graduação em direito, p. 952-982.
- França C.F, Silva R.R.P, Júnior J.L.A.F. & Araújo F.A. 2020. Erosão da orla costeira grande-bispo, Ilha de Mosqueiro, Belém - Pa, através da análise de indicadores. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 24 (2020):20.
- Farinaccio A. 2008. *Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas*. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica). Universidade de São Paulo, 217f.
- Farinaccio F.& Tessler M.G. 2010. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira – Uma Proposta Metodológica. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 10(4):419-434.
- Ferreira A.B.H. 1977. *Dicionário da Língua Portuguesa Aurélio*. Alfa: Revista de linguística. 700p.
- Ferreira H. 2010. *Expansão urbana e periferização em áreas de interesse turístico: o caso da ilha do mosqueiro, Belém (PA)*. Dissertação (Mestrado em Ambiente Urbano), Universidade do Amazonas, Pará. 56 f.
- Freire O. D. S. 2004. Projeto orla: subsídios para um projeto de gestão. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos/Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria do Patrimônio da União, Brasília, DF, Brasil.
- Freire O.D.S. 2002. Projeto orla: fundamentos para gestão integrada. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria do Patrimônio da União, Brasília, DF, Brasil. 78p.
- Fonzar B. C. 1994. A circulação atmosférica na América do Sul, os grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente: localização e trajetória. *Caderno de Geociências*, 11 (1994): 11-33.
- Granziera M. L. M. 2009. *Direito ambiental*. Ed. Atlas, São Paulo: 661f.
- Giraldo E. & Sabogal A. 2008. Una alternativa sostenible: la Guadua. *Armenia, Colômbia: Corporación Autónoma Regional del Quindío* 2000.
- Gouldby B. & Samuels P. 2005. Language of risk. Project definitions. *FLOOD site Consortium: Oxfordshire, UK*.
- Gruber N.L.S, Barboza E.G.& Nicolodi J.L. 2003. Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: subsídios para gestão integrada da zona costeira. *Gravel*, (1):81-89, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Hoefel F. G. 1998. *Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica*. Ed. UNIVALI - Itajaí, Brasil. 92 p.
- Igreja H. L. S., Borges M. S., Alves R. J., Costa Júnior P. S. C., Costa J. B. S. 1990. Estudos neotectônicos nas ilhas de Outeiro e Mosqueiro, NE do Estado do Pará. In: SBG, 36º Congresso Brasileiro de Geologia, (5): 2110-2123.
- Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC. 2014. *Alterações climáticas 2014: impactos, adaptação e vulnerabilidade*. Genebra, Suíça, *Instituto Português do Mar e da Atmosfera*, p. 34.

- Kampel S. A. 2001. Urbanização da Amazônia Brasileira. Exame de qualificação de tese, departamento de engenharia de Transportes. *In: SBSR, 10° Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, p.59-66.
- Klein R. & Nicholls R. 1999. Assessment of coastal vulnerability to climate change. *Ambio*, 28 (2): 182-187.
- Klein R.J.T, Nicholls R.J & Thomalla. 2003. Resilience to natural hazards: how useful is this concept? *Global environmental change part B: environmental hazards*, 5 (1): 35-45.
- King C.A.M. 1959. *Beaches and coasts*. Arnold, London, 403pp.
- Komar P.D. 1976. *Beach process and sedimentation*. Englewood cliffs; New Jersey, Prentice Hall. 429p.
- Lins-de-Barros F. M. 2005. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos socioeconômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 6 (2): 83-90.
- Lins-de-Barros F. M. 2010. *Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 295f.
- Mácola G.& El-Robrini M. 2004. *Ilha dos guarás (Mariteua) - município de Curuçá (NE do Pará): aspectos físicos, meteorológicos. & oceanográficos*. (Relatório Final: Cartografia, Hidrografia e Digitalização-CHD and Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros–GEMC), Cia Docas do Pará, 35f.
- Machado L.O. 1999. Urbanização e mercado de trabalho na Amazônia brasileira. *Cadernos ippur*, 13 (1): 109-138.
- Martins A.C.S. 2005. *Marés e ondas oceânicas*. Belém, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 81f.
- Marques J.S, Baptista Filho L.S, Oliveira B.R.S, Carvalho B.C, Rocha T.B. 2016. Geomorfologia costeira. *Fundação Cecierj*, Rio de Janeiro, 544p.
- Manso V. A. V, Toldo JR.E., Medeiros C, Almeida L. E. S. B. 2001. Perfil praial de equilíbrio da praia de Serinhaém, Pernambuco. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2(1):45- 49.
- Marinha. Resolução n°05,03 de dezembro de 1997. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II.
- Marinha. Resolução n° 07, 19 de outubro de 2005. Aprovação e atualização do Plano Nacional da Zona Costeira.
- Merleau Ponty M. 2011. Fenomenologia da percepção. *Estudos de Psicologia*, 13:141-148.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA; Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão - MPOG. 2002. Fundamentos para a gestão integrada. Brasília, DF, MMA; MPOG; SPU. 78p. Meira Filho A. 1978. *Mosqueiro: ilhas e vilas*. Belém: Grafisa.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2013. Relatório de gestão: gerência costeira 2010-2012. Brasília, DF, MMA.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: global assessment reports. Washington, DC: Island Press.
- Morehead A. & Morehead L. 1995. *The new American Webster handy college dictionary*. Signet Book: New York, USA, 796p.
- Muehe D. 2005. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, 4(7):97-110.
- Muehe D. 2006. Erosion in the Brazilian coastal zone: an overview. *Journal of Coastal Research*, 39: 43 - 48.
- Nakano K. 2006. Projeto Orla: implementação em territórios com urbanização consolidada. São Paulo: Instituto Polis; Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 80 p.
- Nordstrom K.F. 2010. *Recuperação de praias e dunas*. Editora Oficina de Textos, São Paulo, Brasil. 263p.
- Paula D. P. 2015. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para a artificialização do litoral. *Revista Rede Eletrônica do PRODEMA*, 9(1): 73-86.

- Nunes L. d. S. 2011. *Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN*. Dissertação (Mestrado em Dinâmica e Reestruturação do Território), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 132 f.
- Orla P. 2002. Projeto orla: manual de gestão. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 104p.
- Orla P. 2005. Guia de implementação. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 80p.
- Orla P. 2007. Manual de gestão. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 110p.
- Oliveira U.R. .2009. *Relações entre a morfodinâmica e a utilização em trechos da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil*. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 222p.
- Palheta E. S. D. M. 2008. *Estudo da compartimentação e arcabouço neotectônico da Ilha de Mosqueiro, Pará, empregado na prospecção hídrica subterrânea*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará. 269f.
- Pará. 2020. *Lei N° 9.064*, de 25 de maio de 2020. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA). Diário Oficial [do] Estado n. 34.234, Belém, Gabinete do Governador, Executivo, p.4-5.
- Polette M. & Silva L. P. 2003. GESAMP, ICAM e PNGC-análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado. *Ciência e Cultura*, 55(4): 27-31.
- PNGC. 2004. Plano nacional de gerenciamento costeiro II. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.116.
- Ranieri L. A. 2014. *Morfodinâmica costeira e o uso da orla oceânica de Salinópolis (Nordeste do Pará, Brasil)*. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 195p.
- Rocha R. S. & Celestino V.S. 2010. História da ocupação territorial do Brasil. In: SBCGT, 3° Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, *Anais[.]*, Recife, p.01-07.
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Decreto n.º 1.759, de 19 de maio 2017. Institui o Comitê Técnico Estadual de Apoio ao Gerenciamento Costeiro do Pará (CT-GERCO/PA), e dá outras providências.
- Trindade Júnior Saint-Clair Cordeiro. 1998. *A cidade dispersa: os novos espaços de assentamento em Belém e a reestruturação metropolitana*. PhD Theses, Doutorado, São Paulo, USP, 408p.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO PESQUISA DE CAMPO

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

PRAIA _____

DATA: __/__/__

1) Após a construção do muro de arrimo melhorou o problema existente na praia

- Sim
 Não

2) Você percebe ainda problemas ocasionados com as marés altas?

- Sim
 Não

2.1) Se "sim" quais problemas foram minimizados?

- Alagamentos das ruas
 Invasão da água em moradias e bares.
 Erosão das margens do rio.

3) Nota um aumento no fluxo de turistas após a construção do muro de arrimo?

- Sim
 Não

4) Após a construção do muro de arrimo a mobilidade dos moradores da ilha melhorou?

- Sim
 Não

5) Quanto às atividades locais dos moradores, algumas delas foi prejudicada após esta obra?

- Sim
 Não

6) Se sim, quais foram?

- Pesca
 Comércio
 Turismo

7) Você concorda com a construção da orla?

- Sim
 Não

7.1) Caso não, por quê?

- Afetou o acesso ou banho na praia.
 Gasto de dinheiro público, pois a obra protegerá provisoriamente a orla.
 A infraestrutura deve ser mais reforçada.
 Não concorda com as construções na praia. Prefere a permanência das condições naturais.

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO ON-LINE DE AVALIAÇÃO DE DANOS

Avaliação de Danos por Erosão na Ilha de Mosqueiro, Pará.

Este questionário é parte integrante do plano de trabalho de iniciação científica da discente ¹Herilene Chaves de Sousa, intitulado "Estudo da ocupação humana, vulnerabilidade e risco à erosão costeira na orla da Ilha de Mosqueiro/PA." (¹Curso de Oceanografia - Universidade Federal do Pará).

Marque ou responda as Perguntas abaixo:

***Obrigatório**

Ilha De Mosqueiro



1. Estado (UF): *

Estado (UF): *

Sua resposta

Faixa Etária: *

12-22

23-33

34-44

45-54

55-65

>66

Sexo: *

Masculino

Feminino

Profissão *

Sua resposta

Você possui residência fixa em alguma praia da Ilha de Mosqueiro ?

Sim

- Regular
- Péssimo

Você já observou danos materiais ocasionados pela erosão (desmoronamentos, alagamentos) na(s) praia(s) de Mosqueiro que você frequenta ? *

- Sim
- Não
- Não sei informar

Existe alguma praia que você deixou de frequentar, devido o acesso ser prejudicado por intervenção natural (desmoronamentos de pistas, inundações pela subida de maré, alagamentos na beira/margem das praias)? *

- Sim
- Não

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

Não

Você frequenta às praias da Ilha de Mosqueiro?

Sim

Não

Com que frequência você vai à praia na Ilha de Mosqueiro ?

Uma vez ao ano

Duas vezes ao ano

Mais de duas vezes ao ano

Não vou frequentemente

Qual(is) praia(s) você já frequentou na Ilha de Mosqueiro? *

Escolher

Classifique a(s) praia(s) da Ilha de Mosqueiro que você frequenta ou frequentou quanto à preservação? *

Bom