



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCO E DESASTRES NATURAIS
NA AMAZÔNIA**

HYGSON DA SILVA RODRIGUES

**ANÁLISE DE PERDAS ECONÔMICAS GERADAS PELA EROSÃO EM AMBIENTE
PRAIANO: CASO DA PRAIA DE AJURUTEUA – BRAGANÇA/PA**

**BELÉM-PA
2018**

HYGSON DA SILVA RODRIGUES

**ANÁLISE DE PERDAS ECONÔMICAS GERADAS PELA EROSÃO EM AMBIENTE
PRAIANO: CASO DA PRAIA DE AJURUTEUA – BRAGANÇA/PA**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia - PPGGRD do Instituto de Geociências-IG da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Vulnerabilidade de Populações em Áreas de Risco.

Orientadora Prof^a Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima.

BELÉM-PA
2018

Dados Internacionais de Catalogação
na Publicação (CIP) Sistema de
Bibliotecas da Universidade Federal
do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)

- R696a Rodrigues, Hygson da Silva
Análise de perdas econômicas geradas pela erosão em ambiente praiano : caso da
praia de Ajuruteua – Bragança/PA / Hygson da Silva Rodrigues. — 2018
43 f. : il. color
- Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Gestão de Risco e
Desastre na Amazônia (PPGGRD), Instituto de Geociências, Universidade Federal
do Pará, Belém, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima
1. Erosão marinha. 2. Uso e ocupação do território. 3. Valoração econômica. 4.
Reordenamento territorial. I. Lima, Aline Maria Meiguins de, *orient.* II. Título

CDD 363.3409811

HYGSON DA SILVA RODRIGUES

**ANÁLISE DE PERDAS ECONÔMICAS GERADAS PELA EROSÃO EM AMBIENTE
PRAIANO: CASO DA PRAIA DE AJURUTEUA – BRAGANÇA/PA**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia – PPGGRD, do Instituto de Geociências-IG da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Vulnerabilidade de Populações em Áreas de Risco.

Data da Defesa: ___/___/_____

Banca examinadora

Prof^a. Aline Maria Meiguins de Lima -Orientadora
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará

Prof. Hernani José Brazão Rodrigues - Membro Interno
Doutor em Meteorologia Agrícola
Universidade Federal do Pará

Prof. Edson José Paulino da Rocha - Membro Interno
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Paulo Afonso Fischer Kuhn - Membro Externo
Doutor em Agronomia
Universidade Federal do Para

Ao Senhor Jesus e a minha família, especialmente a meus pais: **Joao Batista Rodrigues** e **Lucimar Antônia da Silva Rodrigues** que dedicam suas vidas para o desenvolvimento pessoal e espiritual de seus filhos.

A minha querida esposa **Maria Ivoneide Farias Oliveira**, amável, compreensível, dedicada e atenciosa para comigo e com nossos filhos.

A meus filhos: **Hygson Jean** e **Kepler Rodrigues**, fontes de inspiração e dedicação aos meus estudos e me fazerem acreditar no fomento de um futuro melhor, mesmo que as razões sejam “por amor as causas perdidas; que os dragões sejam moinhos de ventos; neste exercito de um homem só”.

A meu grande amigo e colega do mestrado: **Ubiranilson Oliveira** pelas inúmeras viagens compartilhadas que encurtaram a distancia entre nossa cidade natal, Bragança-PA, e a UFPA/Belém-PA.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a minha orientadora Prof^a Doutora Aline Maria Meiguins de Lima pelo empenho e colaboração na orientação e supervisão deste trabalho.

Agradeço também a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC/Bragança-PA, na pessoa de seu coordenador Ubiranilson Oliveira e seus colaboradores, pelo apoio imensurável no estágio e sobre informações e dados dos arquivos disponibilizados desta instituição.

Ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres Naturais na Amazônia-PPGGRD junto a sua secretaria que deu todo o suporte acadêmico e administrativo para com este trabalho.

A todos os professores que ministraram aulas nas disciplinas disponibilizadas pelo programa de mestrado.

Aos meus amigos Wanna Célli, Nilmara Azevedo, Klebson Loair (colega do mestrado) e Ubiranilson Oliveira (colega do mestrado) que em muito contribuíram desde o início dessa jornada, e me ajudaram por demais com o projeto/qualificação/defesa deste trabalho.

RESUMO

A praia de Ajuruteua-Pá, encontra-se a 36 km da sede do município de Bragança-Pará, vem sofrendo constantes transformações morfológicas devido ao processo de erosão marinha. Tais erosões vêm ocasionando desastres nos períodos de maré cheia (equinócio e sizígia). E a ausência de planejamento na gestão do uso e ocupação do território ocasionou diversas consequências ambientais e na qualidade de vida da população. Este trabalho teve por objetivo estimar, através do Método de Valoração do Custo de Reposição – MVCR, as perdas econômicas geradas direta e indiretamente pela erosão hídrica, visando contribuir para as ações da defesa civil no que tange o enfrentamento dos desastres naturais e, colaborar para os planejamentos e as ações de políticas públicas a fim de evitar novos prejuízos para a população em risco, além de propor melhorias para a gestão ambiental, a questão do reordenamento territorial e o enfrentamento social relacionado aos desastres naturais. Através de questionário e listagem de verificação aplicado a uma amostra aleatória de unidades habitacionais pode-se avaliar os custos das perdas, os danos e prejuízos causados pelo fenômeno, além da aplicação do MVRC para análise das perdas pela recuperação/reconstrução ou a perda total do bem sem recuperação do dano. Os resultados obtidos indicam que muitas são as tentativas de conter a erosão na linha de costa da praia de Ajuruteua - PA, porém estas não trazem soluções definitivas para o problema. Logo, deve-se considerar medidas que diminuam a exposição ao risco de enfrentamento de desastres e evitar que se tenham prejuízos ou altos custos com a recuperação, reconstrução ou a realocação de imóveis e famílias que estão residentes na região. O Custo geral de Reposição (CR) médio das 81 edificações localizadas na faixa de maré, considerando o Custo Unitário Interno (CUI) médio de R\$ 34.708,76 e o Custo Unitário Externo (CUE) médio de R\$ 43.388,63; foi de R\$ 6.325.889,40. Indicando que as perdas socioeconômicas podem ser admitidas como significativas, devendo ser repensadas no sentido do ordenamento e da gestão do espaço costeiro.

Palavras-chave: Erosão marinha. Uso e ocupação do território. Valoração econômica. Reordenamento territorial.

ABSTRACT

The beach of Ajuruteua-PA, 36 km from the municipality seat of Bragança-Pará, has undergone constant morphological transformations due to the process of marine erosion. Such erosions have been causing disasters during periods of full tide (equinox and syzygy). In addition, the lack of planning in the management of the use and occupation of the territory caused several environmental consequences and the quality of life of the population. The objective of this work was to estimate the economic losses directly and indirectly generated by water erosion, through the Cost of Replacement Method (MVCR), and to contribute to the actions of civil defense in dealing with natural disasters. It also aims to collaborate with the planning and actions of public policies in order to avoid further harm to the population at risk, as well as to propose improvements for environmental management, the issue of territorial reordering and the social confrontation related to natural disasters. A questionnaire and checklist applied to a random sample of housing units can assess the costs of losses and damages caused by the phenomenon, as well as the application of the MVRC to analyze the losses for recovery / reconstruction or the total loss of the property without the recovery of the damage. The results indicate that there are many attempts to contain erosion along the coastline of Ajuruteua Beach, but these do not provide definitive solutions to the problem. Therefore, it is necessary to consider measures that reduce the exposure to the risk of facing disasters and prevent losses or high costs with the recovery, reconstruction or reallocation of properties and families that are resident in the region. The average Replacement Cost (CR) of the 81 buildings located in the tidal range, considering the average Internal Unit Cost (CUI) of R\$ 34.708,76 and the Average External Unit Cost (CUE) of R\$ 43.388,63; was R\$ 6.325.889,40. Indicating that socioeconomic losses can be significant, and should be rethought in the direction of the management of coastal space.

Key words: Marine erosion. Use and occupation of territory. Economic valuation. Territorial reorganization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização da Área de estudo.....	14
Figura 2- Morfodinâmica da praia de Ajuruteua	16
Figura 3- Zoneamento de risco ambiental na área de Ajuruteua	19
Figura 4- Maré alta do dia 27 de abril de 2015: (a) Bar e pousada repouso dos Guaras; (b) Pousada parcialmente destruída; (c, d) Residência parcialmente destruída. Infraestruturas encontradas em Ajuruteua: (e) Pedra de rachão; (f) Estacas de madeira como muro de arrimo de entulho	22
Figura 5- Estrutura de contenção diversas: (a, b, c, d) madeira, sacas de cimento /concreto; (e, f) concreto armado, aterro e pedras de rachão	23
Figura 6- (a, b, c) Construção em área onde ocorreram desabamentos e em sobre dunas. (d, e) Entulho e resto de construção como estrutura de contenção. (f, g, h) processo erosivo – ravinamento (com dimensões de 9 m de largura; 6,5 m de profundidade e 1,45 m de altura)	24
Figura 7- (a) Residências sobre dunas. (b, c) Bares e pousadas e restaurantes na linha de costa. (d) Residências em alvenaria afetadas. (e) Contenção com aterro/piçarra. (f) Cisterna de resíduos.....	25
Figura 8- (a) Edificações com perda total. (b) Edificações com perda parcial	30
Figura 9- (a) Perdas parcial e total no período. (b) Investimentos financeiros	32
Figura 10- Custos efetivos das perdas e investimentos	33
Figura 11- Efeitos indiretos (externos), dos prejuízos causados pela erosão Marinha	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	EROSÃO COSTEIRA E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS LITORÂNEAS	11
1.2	CUSTOS DA EROSÃO E VALORAÇÃO DAS PERDAS	12
1.3	PROBLEMA, HIPÓTESE E OBJETIVOS	13
1.3.1	Problema	13
1.3.2	Hipótese	13
1.3.3	Objetivos	13
2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1	HISTORICO DE OCUPAÇÃO	20
4.2	DIAGNOSTICO GERAL DA ÁREA	21
4.3	PERDAS ECONÔMICAS	27
4.4	VALORAÇÃO DOS CUSTOS	29
4.4.1	Reposição - efeitos internos	29
4.4.2	Reposição - efeito externo	33
4.4.3	Cálculo do custo de reposição para recuperação da área segundo o potencial socioeconômico implantado	34
5.	CONCLUSÕES	37
	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE	41
	APÊNDICE A - LAUDO TÉCNICO SOBRE A VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA	42

1. INTRODUÇÃO

O litoral Paraense está sujeito a um regime de macromarés semi-diurnas, com variação de altura máxima de 4,0 à 7,5m, abrangendo uma área de aproximadamente 8.900 km² (BRAGA et al., 2007; RANIERI; EL-ROBRINI, 2015; SOUZA FILHO et al., 2003). Neste contexto, encontra-se a praia de Ajuruteua, que vem sofrendo constantemente com a erosão marinha, processo este influenciado pela combinação de fatores e fenômenos físicos como: a temporada de chuvas (inverno), ventos fortes, temperatura da água e a maré alta, esta provocada pela combinação das fases de lua (cheia e nova), além de outros fatores inclusive os derivados de ações antrópicas (GOMES et al., 2009; MONTEIRO et al., 2009).

Para Barbosa et al. (2007) a praia de Ajuruteua (com cerca de 2,5km de extensão) vem enfrentando um progressivo recuo na linha de costa, decorrente dos processos erosivos que predominam na região, onde o evento de macromaré equinocial de sizígia¹ constitui um fator preponderante na modificação da sua configuração morfológica, refletindo consideráveis transformações morfodinâmicas de curto período; encontra-se submetida a um regime de macromaré semi-diurna, apresentando dois setores com características morfodinâmicas distintas: o setor SE (com baixa a moderada energia) e o setor NW (com moderada a alta energia) com zona de rebentação localizada próximo à linha de praia.

Na tentativa de minimizar esses impactos alguns moradores/empresários vem utilizando, de forma individual, a colocação de pedras de brita em frente seus estabelecimentos (bares, pousadas e restaurantes) para conter a ação erosiva através do chamado “quebra mar por arrocamento de pedras”. Semelhante a construção de estruturas pesadas de proteção costeira ao longo de toda a costa portuguesa (PEDROSA, 2013), como a solução paliativa mais rápida e viável de proteção das frentes marítimas para esperar as intervenções e responsabilidades dos governos municipal e estadual, para seus planejamentos e monitoramento.

A intervenção humana, no que respeita à problemática da erosão costeira, tem sido feita na maioria das vezes de uma forma empírica, muito localizada e focalizada em dar resposta a situações de emergência, sem uma abordagem alargada, própria de um sistema heterogêneo, amplo e dinâmico com a participação da população e/ou do poder público local.

¹ Equinócio: momento exato que marca o início da primavera ou do outono, março e setembro, em que o sol incide com maior intensidade sobre as regiões que estão localizadas próximo à linha do equador, o dia e a noite têm igual duração, exatamente 12 horas. Sizígia: conjunção ou oposição de um planeta, especialmente a lua com o sol (BARBOSA et al., 2007).

Contudo, a gestão destes espaços litorais permanece, ainda, complexa e dispersa por vários agentes de atuação, que culmina em uma fragmentação e enfraquecimento de responsabilidades quando se trata de tomadas de decisão referentes ao ordenamento do território, que deveria ser de forma conjunta, pensada, estudada e acentuada para uma solução rápida e eficiente do poder público.

O objetivo deste trabalho foi quantificar economicamente os danos gerados pelo processo de erosão hídrica na orla de Ajuruteua-Bragança/PA, contribuindo para as ações da defesa civil na Amazônia, no que tange ao enfrentamento dos desastres naturais, neste caso a erosão marinha, que deixa um cenário de destruição de grande magnitude e riscos visíveis, os quais são deflagrados na sua grande maioria por fenômenos atmosféricos ou climáticos de diversas escalas de tempo e espaço.

1.1 EROSÃO COSTEIRA E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS LITORÂNEAS

A avaliação da vulnerabilidade a erosão costeira tem sido uma ferramenta importante para identificar e prevenir impactos socioeconômicos nas cidades litorâneas, entretanto, a lacuna oriunda da escassez de dados de monitoramento de longo prazo da zona costeira, sobretudo no Brasil, é um obstáculo difícil de ser vencido (RIBEIRO et al, 2013).

A erosão costeira, o fenômeno em si e o conseqüente recuo da linha de costa e resulta de um vasto conjunto de fatores indutores, que embora sendo na sua maioria naturais, são, muitas vezes, associados direta ou indiretamente pela atuação antrópica, dentre os quais se destacam: Elevação do nível médio do mar; diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral; degradação antrópica das estruturas naturais; obras pesadas de engenharia costeira (PEDROSA, 2013).

Durante período de maré equinocial de sizígia, as mudanças morfológicas que fazem parte da dinâmica da linha de costa podem ser relacionadas a vários fatores, entretanto o recuo costeiro está relacionado, principalmente, a perda de sedimentos superficiais, decorrentes da ação das ondas (BARBOSA et al., 2007).

Estudos mostraram que o nível médio dos oceanos já subiu em média 20 centímetros entre 1900 e 2012; em tal situação, segundo os cenários tratados no AR5 do IPCC, se a taxa de elevação dos oceanos exceder outros 60 centímetros, com a atuação das forçantes hidrodinâmicas, sobretudo os regimes de marés e clima de ondas, o resultado será uma forte erosão nas áreas costeiras de todo o planeta (SANTOS et al., 2015).

De acordo com Muehe (2001) a ocupação do litoral brasileiro, principalmente nas proximidades das grandes cidades, vem se caracterizando por profunda alteração e deterioração da paisagem. A grande parte da população entende que, devido às praias e dunas serem um bem natural de uso comum (Constituição Federal, 1988), utilizam estes ambientes como se fosse uma área particular, construindo residências, bares, pousadas, restaurantes e conseqüentemente, interferindo na harmonia da morfodinâmica existente (MENDES et al, 2013).

A ação erosiva do mar ocorre na forma de recuo da praia, onde o sedimento removido pelas ondas é transportado lateralmente pelas correntes de deriva litoral. Os danos causados são desde a destruição da zona de dunas onde não existem habitações, perpassando pela destruição das habitações e das infraestruturas humanas, até graves problemas ambientais (MEDEIROS et al, 2009).

No entanto, a atuação antrópica sobre o território possui conseqüências indubitáveis, ao nível do processo erosivo. Todavia, a intervenção antrópica pode ser ainda mais intensa no litoral através da destruição das estruturas naturais de defesa costeira, em especial o cordão dunar frontal e das dunas (PEDROSA, 2013).

1.2 CUSTOS DA EROSÃO E VALORAÇÃO DAS PERDAS

Os danos do processo erosivo ao valor das terras e do patrimônio serão crescentes conforme o grau de degradação do solo. Tudo isso culminando, inclusive, em uma desvalorização imobiliária generalizada. (TELLES et al, 2011).

As políticas de planejamento e ordenamento territorial, em especial aquelas na esfera da gestão costeira, pouco têm incorporado os conhecimentos adquiridos, resultando muitas vezes no desperdício de recursos financeiros públicos com a implantação de obras de engenharia costeira que acabam acelerando ainda mais a erosão (SOUZA, 2009).

Grande parte dos municípios com frente marítima tem investido na construção de estruturas de engenharia pesadas, com o objetivo de proteger as construções contra as ações erosivas do mar. As implicações desta política são desastrosas por diversas razões: *i*) em termos financeiros, já que o capital aplicado na construção destas infraestruturas não pode ser considerado um investimento, mas sim um custo; *ii*) em termos ambientais, já que alteram radicalmente a dinâmica marítima natural, contribuindo para a destruição, cada vez mais rápida, das praias e dos sistemas dunares; *iii*) em termos estéticos, já que possuem

implicações visuais na paisagem litoral o que prejudica as atividades relacionados com o turismo (PEDROSA, 2013).

Os custos da erosão (reordenamento) poderão ser calculados indireta ou diretamente (TELLES et al, 2011): os métodos indiretos são aqueles que procuram relacionar as degradações do meio ambiente com a capacidade de produção do sistema econômico, avaliam-se os custos de reposição e de produção sacrificada, quando os problemas ambientais são pontualmente localizados; o método direto está centrado em informações do mercado, ou seja, nas preferências das pessoas.

1.3 PROBLEMA, HIPÓTESE E OBJETIVOS

1.3.1 Problema

O uso e ocupação de áreas sobre influência da erosão marinha ocasionam como conseqüências perdas econômicas e sociais, que ampliaram o grau de risco natural instalado?

1.3.2 Hipótese

O processo de erosão marinha e a ocupação desordenada da praia de Ajuruteua intensificaram a vulnerabilidade social e econômica instaladas pelas formas de uso e ocupação implantadas.

1.3.3 Objetivos

- Geral

Realizar a valoração dos danos gerados pelo processo de erosão hídrica na orla de Ajuruteua-Braganca/PA, identificando os elementos de vulnerabilidade social e econômica instalados.

- Específicos

- a) Avaliar a relação entre o processo de erosão e a ocupação da área de risco.
- b) Estimar as perdas econômicas geradas diretamente pela erosão hídrica.
- c) Propor melhorias para a gestão ambiental da praia de Ajuruteua-Braganca/PA.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A praia de Ajuruteua ($0^{\circ}48'36,6''$ S; $46^{\circ}35'32,5''$ W), localizada na faixa costeira do município de Bragança, na região NE do Estado do Pará; tem cerca de 2,5 km de extensão e está localizada a 36 km da cidade de Bragança (Figura 1), em uma ponta de terra entre manguezais, as águas de um furo (Furo da Estiva) e o mar (PEREIRA et al., 2006).

Figura 1- Localização da Área de estudo.



Fonte: Do autor

O clima da área é equatorial, quente e úmido, e está caracterizado por uma estação muito chuvosa entre os meses de dezembro e maio, e uma estação seca, nos demais meses do ano. A pluviosidade média anual é de 2.500 a 3.000 mm/ano; a umidade relativa do ar varia entre 80 e 91 %; a temperatura média do ar é de $25,7^{\circ}\text{C}$, podendo variar entre $20,4^{\circ}\text{C}$ e $32,8^{\circ}\text{C}$; na região predomina o regime de macromarés semidiurnas (4 - 6 m); ocorrem ventos alísios de NE, com velocidades médias de 7,9 m/s, principalmente, entre os meses de dezembro e maio, estes são geralmente precedidos de calmaria e, quase sempre, acompanhados de rajadas violentas e chuvas intensas; entre os meses de junho e novembro, predominam os ventos E e SE, com intensidades moderadas (BARBOSA et al., 2007; PEREIRA et al., 2006).

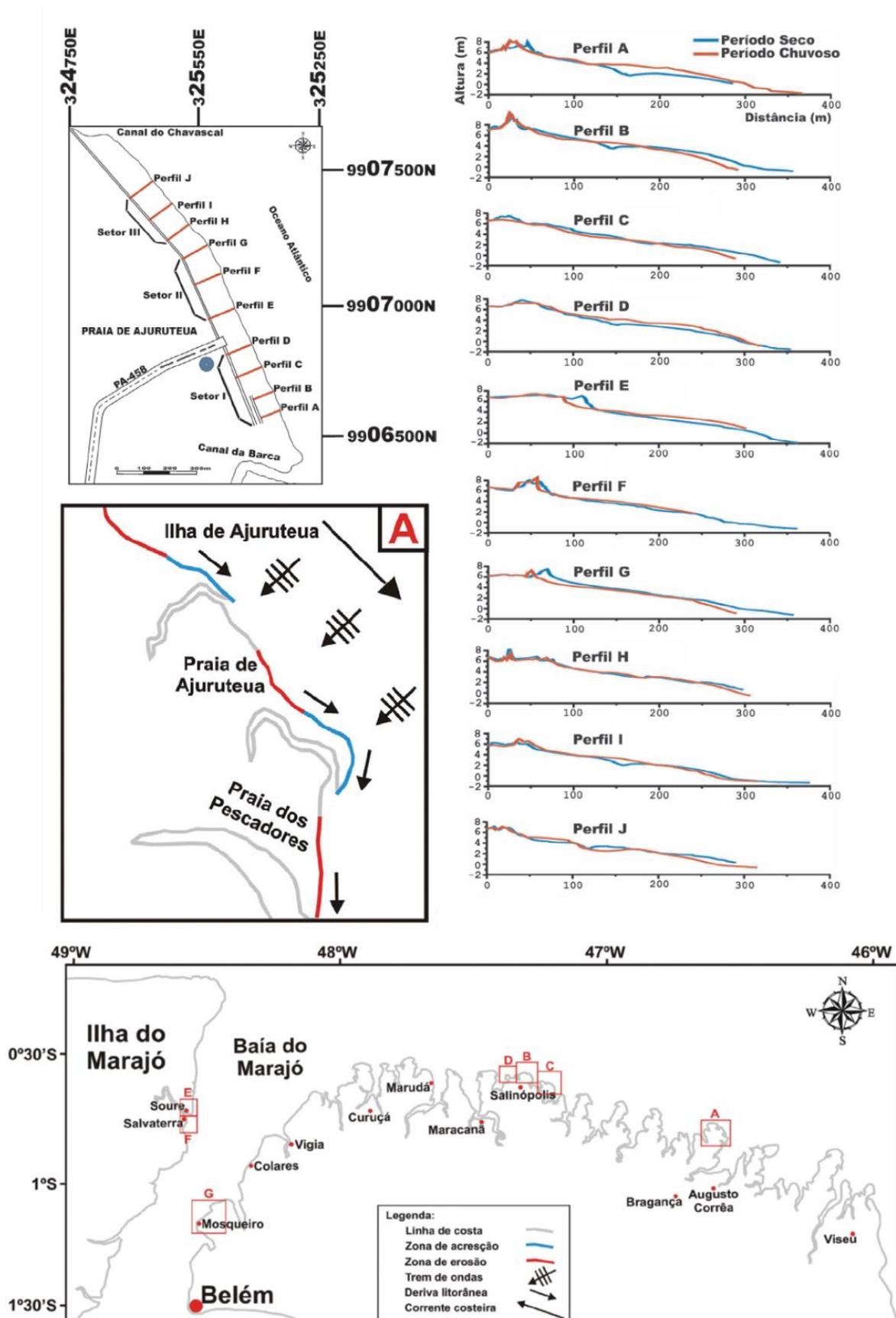
As marés locais são semidiurnas e assimétricas, as elevações máximas de marés entre 5,0 e 5,5 m ocorrem durante as marés de equinócio de março e setembro; os padrões de circulação são dominados pelas correntes de maré, que fluem para o noroeste durante a maré de refluxo e para o sudeste durante a maré de inundação (OLIVEIRA et al, 2011).

De acordo com El-Robrini et al. (2006) o padrão de uma célula de circulação para a praia de Ajuruteua (Figura 2), parece obedecer ao sistema de correntes de retorno com ondas normais à costa e a morfologia dos perfis poderia ser considerada como a zona de *shoaling* (perda de energia), situada entre as duas calhas (CALLIARI et al., 2003); os perfis praias apresentam uma zona de intermaré superior com uma largura média entre 35 e 45 m, limitada, em alguns trechos, por um campo de dunas frontais de 1,5 a 3 m de altura, no período chuvoso, ocorre erosão das dunas frontais, formando-se escarpas praias de 1,8 a 3 m, a morfologia dos perfis causa recuos de até 25 m na linha de costa; a zona de intermaré média, por sua vez apresenta uma largura variando de 98 a 130 m.

O evento de macromaré equinocial de sizígia constitui um fator preponderante na modificação da configuração morfológica da praia de Ajuruteua, refletindo consideráveis transformações morfodinâmicas de curto período que corresponderam a dados quantitativos (erosão/acresção) dos subambientes praias (BARBOSA et al., 2007; BRAGA et al., 2007; MONTEIRO et al., 2009).

Uma das principais atividades econômicas da Praia de Ajuruteua está ligada ao setor terciário da economia, representado pelo intenso fluxo turístico. Durante o mês de julho quando ocorre a maior frequência de turistas, cerca de 45 mil pessoas passam pela Praia de Ajuruteua a cada fim de semana (MENDES et al., 2013). Em grande parte das áreas litorâneas do Brasil, o turismo impõe grande influência sobre a realidade sócio-ambiental, gerando impactos positivos (ex.: empregos, renda e melhoria de infraestruturas urbanas) e também negativos (ex.: crescimento desordenado, desigualdades sociais e degradação do meio ambiente); desta forma as localidades turísticas têm dificuldades em solucionar os problemas de saneamento básico e de degradação dos sistemas ambientais, em geral adotando soluções de curto prazo que prejudicam o potencial futuro para o desenvolvimento turístico (COSTA, 2011).

Figura 2- Morfodinâmica da praia de Ajuruteua.



Fonte: Adaptado de El-Robrini et al. (2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados primários foram coletados através de questionários semi-estruturados aplicados a uma amostra aleatória de unidade habitacionais (bares, restaurantes, pousadas e residências), na praia e de moradores, comerciantes e proprietários das unidades habitacionais atingidas e das passíveis de serem atingidas pelo desastre. O objetivo foi avaliar os custos (preço de mercado) das perdas ocasionada pela erosão, na área afetada e de risco iminente (APÊNDICE A).

A listagem de verificação (*Checklist*) sobre os danos e prejuízos causados pelo fenômeno, permitiu também avaliar os investimentos necessários para a recuperação do dano, sobre o patrimônio existente no local, e, coletar informações sobre a possibilidade de remanejamento para outro local mais seguro (APÊNDICE B).

Na descrição das características física e econômicas dos empreendimentos foi adotada uma classificação de função das perdas: 5 (perda muito alta), 4 (perda alta), 3 (perda moderada), 2 (perda baixa) a 1 (perda muito baixa a nenhuma).

Para a valoração econômica dos danos gerados pelo processo de erosão marítima foi utilizado o “Método de Valoração do Custo de Reposição – MVCR” (PEREIRA et al., 2015; TÔSTO et al., 2007). O MVCR analisa as perdas pelo investimento em recuperação dos danos e/ou perda total do bem sem recuperação do dano. Serão levantados os seguintes pontos:

- Perdas pela recuperação dos danos causados pela erosão costeira.
- Perdas pela reconstrução/relocação dos danos causados pela destruição total do bem.
- Perda total do bem, sem recuperação dos danos causados.

Para se realizar a valoração econômica dos efeitos do processo de erosão é necessária uma compreensão prévia dos impactos ambientais causados pelo agente degradante, sendo dois os tipos de efeitos: internos e externos. Os efeitos internos estão ligados à perda da eficiência da sustentabilidade do solo associada ao processo erosivo gerando danos a estrutura das edificações ou causando o desmoronamento/desabamento das mesmas. Nesse sentido, esses prejuízos são absorvidos pelos próprios proprietários, aumentando assim seus custos de reconstrução no curto e médio prazo. Já os efeitos externos são absorvidos por outros indicadores econômicos que são afetados fundamentalmente pelo processo erosivo, por exemplo, aqueles associados a perda de clientes, hóspedes, redução da margem de lucro dentre outros, sendo que estas perdas não estão incluídas nos custos privados do proprietário (TOSTO et al., 2007).

No MVCR os preços dos elementos e das ações necessárias aos trabalhos de restauração são orçados e o valor obtido é imputado ao agente causador; o custo de reposição representa o valor econômico mínimo causado pelo dano e, nesse caso, o valor venal do imóvel onde a degradação ocorreu não influenciará a valoração, o cálculo final do valor de um dano deve incluir o preço das perdas econômicas diretas e indiretas, desde a ocorrência do dano até a completa recuperação do ambiente (CORRÊA; SOUZA, 2013).

Adaptando-se o proposto por Corrêa e Souza (2013) e Vergara et al. (2014) para o problema analisado, será adotada a seguinte fórmula:

$$CR = (N \times CU_i) + (N \times CU_e)$$

Onde:

CR – Custo de Reposição, em reais;

N – Número de domicílios/áreas comerciais afetadas;

CU_i – Custo unitário interno, em reais;

CU_e – Custo unitário externo, em reais.

O Custo de Reposição será obtido a partir de dados catalogados de imóveis localizados na área do “setor de risco muito alto” (Figura 3), com base no trabalho elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM em 2015. Onde nesta área encontram-se edificações, na área de orla (perigo de desabamento), que já foram e/ou serão atingidas diretamente pela ação das ondas nos próximos eventos (equinócio sizígia). Para estas edificações serão estimados os Custos Unitários Internos - CU e o Custo unitário externo – CU_e. Estes serão classificados por características, tabelados e posterior analisados.

Figura 3- Zoneamento de risco ambiental na área de Ajuruteua.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 HISTORICO DE OCUPAÇÃO

A praia de Ajuruteua vem passando por um processo de mudanças que atinge além da estrutura morfológica da linha de costa (relacionadas a perda de sedimentos), as edificações (residências, bares, pousadas e restaurantes) que estão situadas na linha do recuo costeiro.

A praia de Ajuruteua ate a década de 1970 não passava de um lugar paradisíaco e visitado por um pequeno grupo de pescadores que tinham ali alguns ranchos, utilizados para dar suporte a sua atividade econômica, a pesca. A partir da implantação da rodovia que liga a cidade de Bragança até Ajuruteua esse cenário mudou radicalmente.

Em um levantamento realizado por Monteiro et al. (2009) constatou que a praia de Ajuruteua possuía 392 residentes permanentes, dos quais, 52,55% eram do sexo masculino e 47,45% do sexo feminino. A maior parte da população era solteira predominava a faixa etária de idade entre 11 e 20 anos (22,7%) e entre 41 e 64 anos (21,23%). O grau médio de escolaridade era muito baixo, com 87,75% da população acima de 15 anos não tendo concluído a 4ª série do Ensino Fundamental e 7% eram analfabetos.

O relato de um dos moradores mais antigo de Ajuruteua, descreve que na década de 60, nos meses de julho as embarcações conduziam moradores de Bragança, veranistas e outros curiosos para a praia de Ajuruteua. E que alguns barcos viraram (naufragaram) no trajeto, e em um destes acontecimentos morreram umas seis pessoas. Por este motivo foi elaborado o projeto de lei para a construção da estrada que liga Bragança a Ajuruteua, na década de 1970.

A construção da estrada teve início em 1973 e foi concluída dez anos mais tarde, em 17/12/1983. Em 1993 foi asfaltada pela primeira vez. O primeiro morador chegou em Ajuruteua em 28/12/1983 onde se instalou fazendo um barraco com lona e compensado. As primeiras casas foram feitas de madeira e cobertas de palhas e posteriormente foram substituídas por telhas Brasilit, no início de 1984 a população “invadiu” Ajuruteua, sendo que, em média entrava de dez a doze caminhões por dia, para entregar materiais para a construção das novas moradias. Na Semana Santa de 1984 aconteceu uma maré alta que arreventou/destruiu com as casas que foram construídas na frente das dunas, ficando de pé apenas as edificações construídas após o banco de dunas.

Localmente, a partir das entrevistas realizadas, os piores eventos que acarretaram em prejuízos locais aconteceram nos anos de 1984, 1985 e 1986. Desde o início da ocupação até os dias atuais novas moradias vem sendo construídas em Ajuruteua, sejam por filhos de pescadores (nativos), novos moradores ou por empresários que se estabelecem no intuito de explorar o comércio/lazer/turismo com a finalidade de gerar lucro, emprego e renda para a população que vive em Ajuruteua. Porém, esta ocupação é contínua e desordenada, sem controle ou fiscalização por parte do poder público local.

4.2 DIAGNOSTICO GERAL DA ÁREA

Na tentativa de prevenir ou retardar a ação erosiva, os moradores e/ou comerciantes fizeram inúmeras barreiras de contenção com diversos tipos de materiais diferentes; estes serviram apenas como medidas paliativas para conter momentaneamente o processo erosivo (Figuras 4 a 7).

As infraestruturas mais utilizadas para contenção ou proteção dos processos erosivos são (Figuras 4 e 5): materiais como a pedra de rachão que foram colocadas de forma aleatória, visando apenas o melhor arranjo, em pontos isolados para proteger áreas e bens específicos; saco de areia, aterro, pedras, piçarra; além de tábuas de madeira; pneus de caminhão; concreto armado, etc. Apesar de utilizarem essas matérias para tentar conter a ação da maré, estes mostraram-se de baixa eficiência frente a força das ondas nos dias de maré de sizígia, período em que ocorre as maiores amplitudes de ondas (chegando até 5,5 m).

Figura 4- Maré alta do dia 27 de abril de 2015: (a) Bar e pousada repouso dos Guaras; (b) Pousada parcialmente destruída; (c, d) Residência parcialmente destruída. Infraestruturas encontradas em Ajuruteua: (e) Pedra de rachão; (f) Estacas de madeira como muro de arrimo de entulho.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: (a, b, c, d) Acervo da COMPDEC (2015).

Figura 5- Estrutura de contenção diversas: (a, b, c, d) madeira, sacas de cimento/concreto; (e, f) concreto armado, aterro e pedras de rachão.



(a)



(b)



(c)



(e)



(f)

Fonte: (a, b, c, d, e, f) Meiguins (2017).

Para tentar conter a erosão foram dispostos blocos de rochas em áreas pontuais, em frente a alguns estabelecimentos comerciais e residência. Esta contenção artificial tem surtido efeito localmente de forma paliativa/atenuante e de curto prazo e não de forma definitiva, visto que a ação da maré continua erodindo (removendo) o material que está a baixo da contenção de pedras (rochas).

Figura 6- (a, b, c) Construção em área onde ocorreram desabamentos e em sobre dunas. (d, e) Entulho e resto de construção como estrutura de contenção. (f, g, h) processo erosivo – ravinamento (com dimensões de 9m de largura; 6,5m de profundidade e 1,45 m de altura).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Fonte: (a, b, c, d, e, f, g, h) Meiguins (2017).

Figura 7- (a) Residências sobre dunas. (b, c) Bares e pousadas e restaurantes na linha de costa. (d) Residências em alvenaria afetadas. (e) Contenção com aterro/piçarra. (f) Cisterna de resíduos.



Fonte: (a, b, c, d, e, f) Meiguins (2017).

Estudos de caso 2015, realizados pelo CPRM, indicam que a erosão costeira vem aumentando ao longo do tempo, onde imagens de satélite do ano de 2007 e 2014 demonstram que nesse período teve um recuo estimado de 25 m, em média. Os fatores que interferem na intensidade do processo são principalmente: alteração das formas de cobertura vegetal e a construção de edificações (Residências, bares, pousadas e restaurantes).

Pereira et al. (2006) já destacavam que intensos processos erosivos, principalmente no setor NW, estavam destruindo muitos estabelecimentos (bares, casas e pousadas); e que cerca de 2,21 m/mês de linha de praia foram recuados neste setor, enquanto no setor SE a linha de praia crescia 1,46 m/mês.

Espírito-Santo e Szlafsztein (2016) afirmam que na Vila dos Pescadores (Bragança), 500 m da praia foram erodidos no período de 1996 a 2001 e 50 m de 1998 a 1999, sendo que nos últimos 30 anos houve redução de 60% do número de casas; e que na praia de Ajuruteua existem evidências de fortes processos erosivos, com o recuo de 22 m da linha de costa no ano 2000, explicados pela proximidade da praia com as margens de canais de maré, pelo ângulo de incidência de ondas e pela amplitude de maré.

Estes processos devem ser discutidos frente aos elementos naturais de maior intervenção, como destacado por Ranieri e El-Robrini (2015) que descrevem que a região está sujeita a ondas formadas a partir dos ventos alísios, que cruzam a plataforma continental em direção a SW, gerando “*trends*” de ondas incidentes; as correntes de marés atuam com velocidade máxima de 2 m/s durante a maré de sizígia, secundariamente, as correntes litorâneas resultantes da chegada das ondas à costa, são responsáveis pelo transporte de grandes quantidades de sedimentos da plataforma continental para o litoral.

Sendo assim, faz-se necessário avaliar o uso desta área e quantificar as perdas associadas às diferentes respostas morfodinâmicas, provavelmente ligadas aos diferentes ambientes de energia que a praia está submetida, principalmente nas áreas em que existem zonas mais exposta às variações dos ventos, correntes de marés e ondas e, portanto, as variações onde as morfológicas são mais evidentes (GOMES et al., 2009).

4.3 PERDAS ECONÔMICAS

A base de dados do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC, através dos dados do Formulário de Informações do Desastre – FIDE, informa que houve 8 (oito) registros de ocorrências de desastres relacionados a erosão costeira/marinha na praia de Ajuruteua (Bragança-PA) no período de julho de 2014 a março de 2018 (Tabela 1).

Tabela 1- Dados do Formulário de Informações do Desastre – FIDE.

Ano	Data	PESSOAS			Inst. Pub. de uso Comunitário	Obras de Infraestrutura Pública
		Desabrigada/Desalojada	Outros afetados	Total		
2014	12/07/2014	0	0	0	200.000,00	580,00
	21/02/2015	1	109	110	0,00	6.000,00
2015	30/10/2015	0	0	0	100.000,00	100.000,00
	21/01/2016	0	110	110	0,00	16.591,20
	09/02/2016	0	400	400	19.000,00	0
2016	18/03/2016	0	5	5	0,00	0
2017	11/02/2017	15	585	600	17.593,32	12.117.538,86
2018	03/03/2018	17	583	600	0,00	100.000,00
Total.		33	1792	1825	336.593,32	12.340.719,06

Ano	Data	Unidades Habitacionais		Prejuízos econômicos públicos e privados	Prejuízos econômicos privados
		Danificadas/ Destruídas	Total		
2014	12/07/2014	0	0,00	0,00	0,00
	21/02/2015	17	840.043,00	0,00	0,00
2015	30/10/2015	0	0,00	0,00	0,00
	21/01/2016	8	181.000,00	35.000,00	60.000,00
	09/02/2016	2	11.000,00	41.000,00	328.000,00
2016	18/03/2016	8	517.000,00	0,00	65.000,00
2017	11/02/2017	6	398.716,56	13.456.975,21	976.004,00
2018	03/03/2018	9	430.000,00	210.000,00	100.000,00
Total.		50	2.377.759,56	13.742.975,21	1.529.004,00

Fonte: Do autor.

Fenômenos estes que ocasionaram perdas econômicas e ambientais estimadas na ordem de R\$ 30.327.051,15 (Trinta milhões, trezentos e vinte e sete mil e cinquenta e um reais e quinze centavos), deste quantitativo R\$ 2.377.759,56 são perdas pela danificação ou destruição de unidades habitacionais (Bares, restaurantes, pousadas e residências). Inclusos também neste total estão: R\$ 12.340.719,06 em obras de infraestrutura pública, R\$ 336.593,32 nas instalações públicas de uso comunitário (praça e ruas), R\$13.742.975,21 os prejuízos econômicos públicos (abastecimento de água potável, esgoto pluviais e sistemas de esgoto, sistema de limpeza urbana, recolhimento e destinação do lixo, e, geração e

distribuição de energia elétrica) e R\$ 1.529.004,00 em prejuízos econômicos privados (comercio e serviços).

Foram afetadas direta ou indiretamente 1.825 pessoas, 50 edificações (residências e estabelecimentos comerciais). Em 21/02/2015, 17 unidades habitacionais foram afetadas pelo evento, provocando um prejuízo estimado em R\$840.043,00 com a danificação ou destruição dos imóveis, sendo 110 pessoas prejudicadas e dentre estas uma ficou desalojada. Em 21/01/2016 houve destruição integral e parcial de pousadas além de danos ambientais como a poluição e contaminação do solo e da água.

O evento de 18/03/2016 contabilizou R\$ 517.000,00 para 8 unidades habitacionais, dentre estas ao menos 3 empreendimentos (bar, pousada e restaurante) tiveram perda total. O ultimo evento registrado em 03/03/2018, consta do período de 01 a 05 de março de 2018, e danificou/destruiu 9 unidades habitacionais causando um prejuízo de R\$430.000,00 deixando 12 pessoas desabrigadas, 5 desalojadas e outras 583 foram afetadas diretamente por questão do turismo e comercio ficaram prejudicados no período.

Contudo houve uma queda de 25% no movimento financeiro dos estabelecimentos localizados em torno do desastre. Segundo dados da Defesa Civil de Bragança-Pá, a área de Ajuruteua já se encontra mapeada pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (Figura 3) e cadastradas pela Secretaria de Patrimônio da União-SPU, onde 23 edificações foram atingidas pelo desastre (Erosão Marinha), 129 casas encontram-se na área de alto risco (área vermelha), na iminência de serem atingidas e, na área amarela encontram-se 527 imóveis.

Isto possibilitou a defesa Civil Municipal declarar situação de emergência para Ajuruteua e, solicitar recursos federais para resposta e recuperação da área atingida pelo desastre, e angariou recursos para serem empregados em serviços de contenção da erosão e resposta a necessidade básica (água potável) para a população, em busca de manter a normalidade e evitar novos prejuízos para a população em risco.

As consequências do processo de erosão costeira para a praia de Ajuruteua-PA são graves por se tratar de uma praia bastante requisitada por turistas e veranistas (uma das principais fontes de renda) (PEREIRA, 2007), que visitam durante todo o ano e para lazer, o descanso e a prática de esportes terrestres e náuticos, onde o mar gera ondas propícias à prática do surf, e tem condições de ventos favoráveis para a pratica de *kite surf* (sediando campeonatos estaduais e regionais). E, principalmente para os moradores, comerciantes e donos de pousadas que sofrem com a destruição de seus bens e com os prejuízos diretos e indiretamente causados pela erosão.

A partir do contexto descrito acima, a Praia de Ajuruteua, localizada no município de Bragança, nordeste do Pará, foi selecionada como área de estudo em função de representar uma das praias mais frequentadas do litoral paraense, assim como por estar situada em Bragança-PA, um dos municípios de maior potencial pesqueiro e com ascensão na exploração turística da costa norte brasileira. Esta vem apresentando um crescimento urbano, resultado da especulação imobiliária, do turístico comercial e da pesca que demonstram ser rentáveis na região. Sobretudo, este crescimento populacional no litoral tem ocorrido de maneira rápida e desordenada, causando sérias transformações ambientais, sociais e na cultura da população local.

4.4 VALORAÇÃO DOS CUSTOS

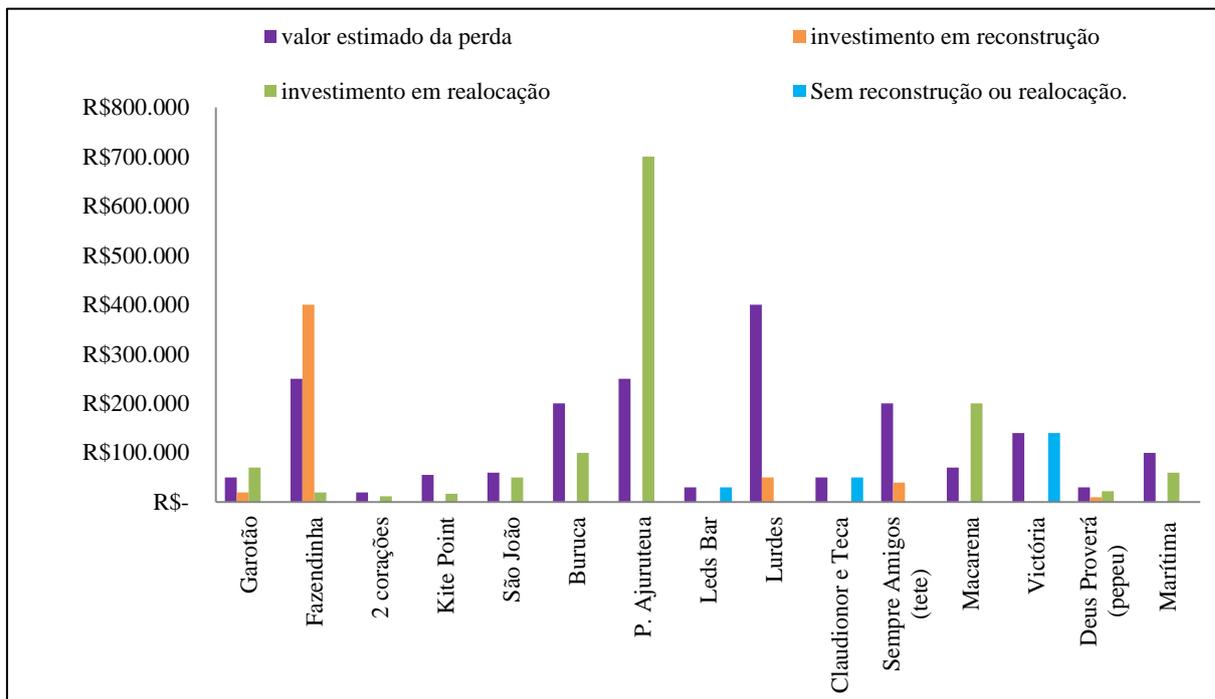
4.4.1 Reposição - efeitos internos

Durante as atividades de campo foram identificados e catalogados os dados de 22 edificações (Bares, pousadas e restaurantes), as quais foram atingidas diretamente pela ação marítima, onde tiveram perdas econômicas, associadas às respostas morfodinâmicas, total (destruição total do imóvel) ou parcial (destruição parcial do imóvel), e tiveram que dispor de recursos econômicos para recuperação, reconstrução ou realocação de seus bens danificados. Outras edificações também sofreram perdas direta ou indiretamente, mas não foram catalogadas ou identificadas em virtude de estarem fechadas ou seus respectivos donos não estarem presentes no momento da coleta de dados.

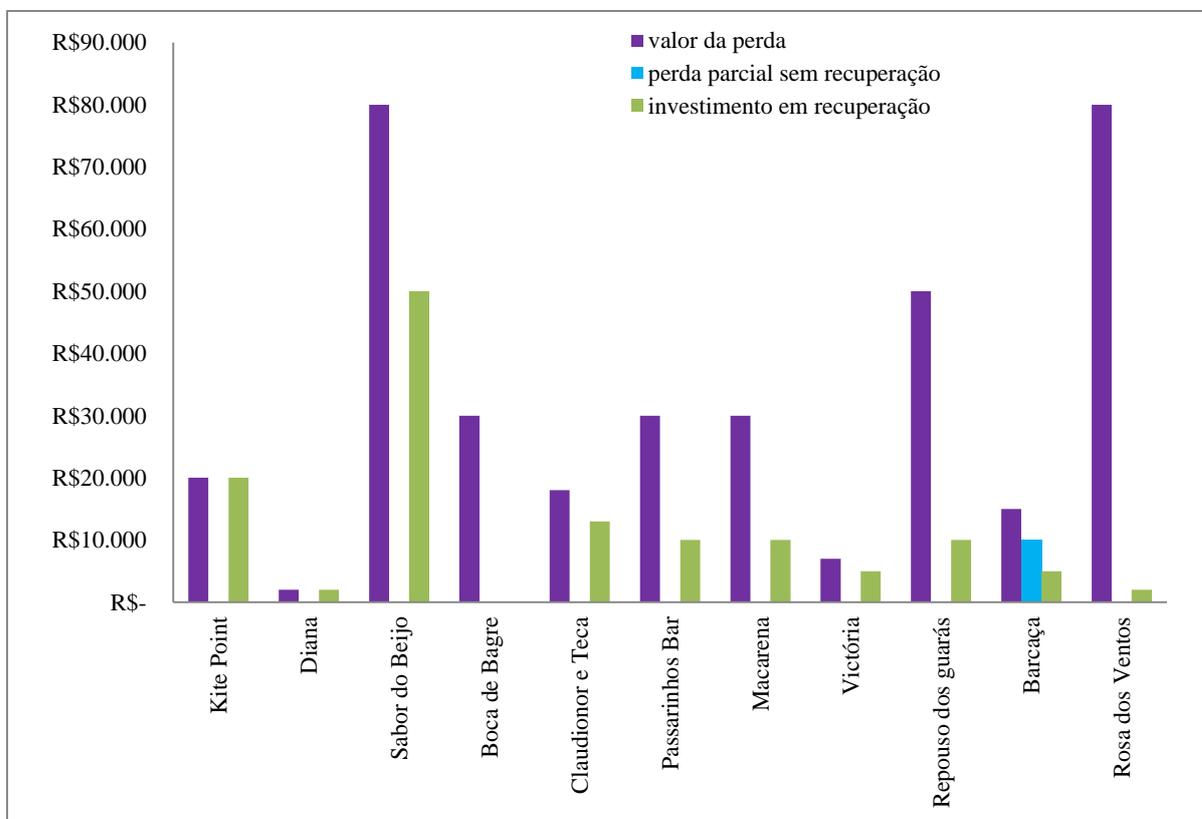
O levantamento aponta que 15 das edificações pesquisadas ao serem atingidas pela ação das ondas sofreram perda total de seus imóveis, e seus proprietários tiveram de fazer investimentos financeiros para reconstruir (no mesmo local), realocar (construir em outro local) seus imóveis ou tiveram de absorver seus prejuízos por não terem recursos financeiros para sua respectiva reestruturação.

Calculados a partir da soma de valores, estimados, dos respectivos prejuízos e/ou investimentos, identificou-se que, a perda total destas 15 edificações está na ordem de R\$ 1.905.000,00, sendo feitos investimentos para reconstrução na ordem de R\$ 520.000,00 e/ou investimentos de R\$ 1.251.000,00 na realocação (em outros terrenos) e 3 proprietários absorveram seus respectivos prejuízos, que somados dão R\$ 220.000,00 por não terem condições de reinvestir, reconstruir ou realocar seus imóveis para uma tentativa de recuperação econômica (Figura 8a).

Figura 8- (a) Edificações com perda total. (b) Edificações com perda parcial.



(a)



(b)

Fonte: Do autor.

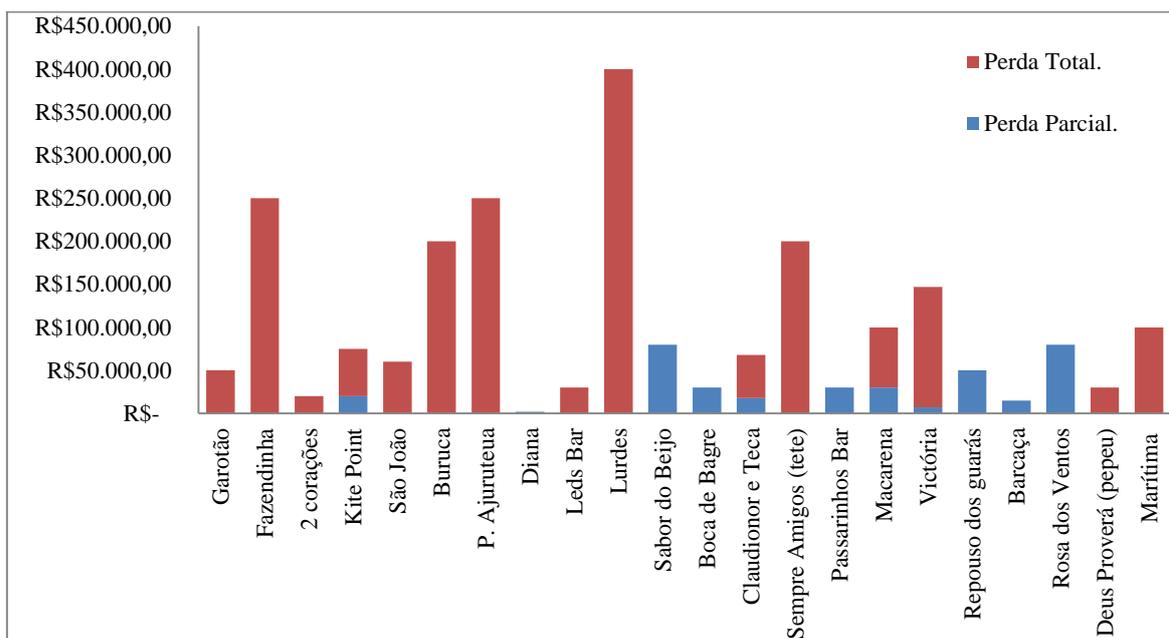
Por outro lado, neste mesmo período, 11 edificações tiveram perdas parciais em decorrência da dinâmica de maré em períodos de sizígia. Estas perdas parciais somadas totalizaram um montante de R\$ 362.000,00. Os respectivos proprietários fizeram investimentos em recuperação de suas propriedades, na ordem total de R\$ 127.000,00 (Figura 8b).

Dentre as 22 edificações pesquisadas, 4 delas tiveram seus estabelecimentos comerciais atingidos por fenômenos distintos, contraindo perdas, parcial em um evento e total em outro, estando assim com prejuízos majorados no período. Estimando as perdas total e parcial, tem-se R\$ 362.000,00 em perdas parciais e R\$ 1.905.000,00 na perda total dos imóveis, chegando a um montante estimado de R\$ 2.267.000,00.

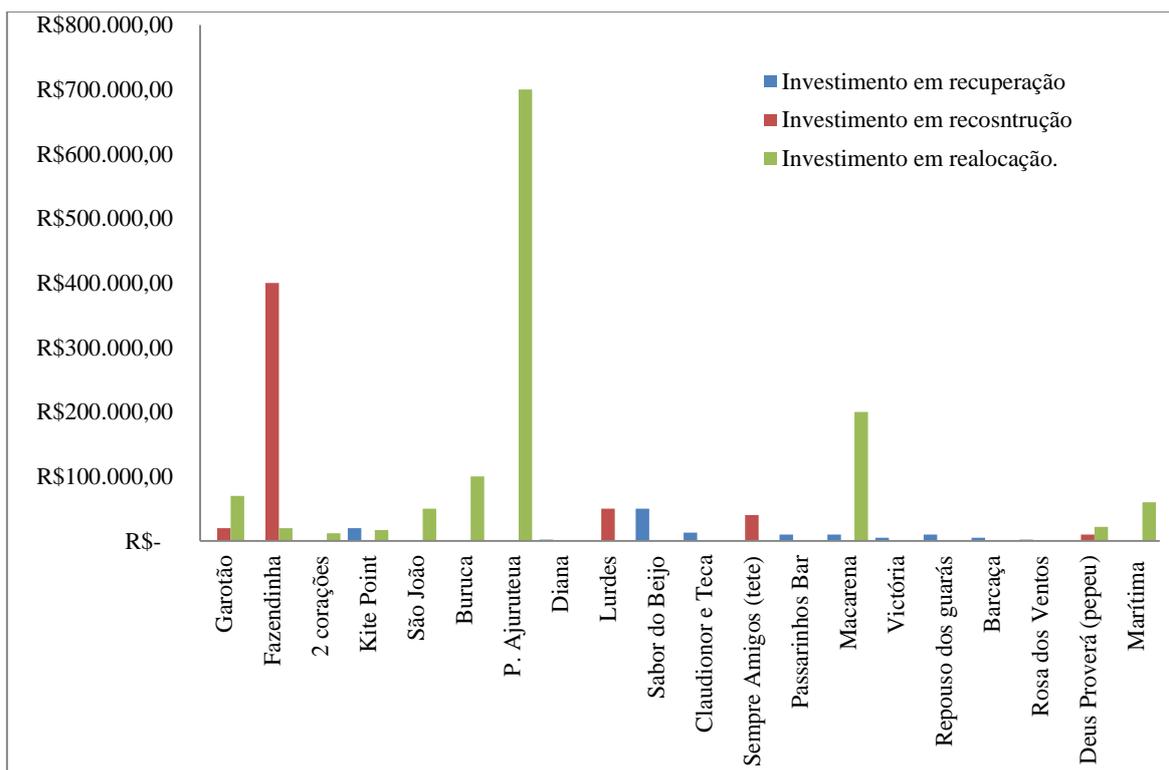
Da mesma forma houve a contabilização dos investimentos financeiros por parte de 6 (seis) proprietários, e estes investimentos foram executados em momentos distintos e provocados por eventos diferentes. Assim, estes chegam a um montante de R\$ 1.898.000,00 no período, com uma demanda de R\$ 127.000,00 em recuperação, R\$ 520.000,00 em reconstrução e R\$ 1.251.000,00 em realocação dos imóveis (Figura 9).

O Custo Efetivo estimado das perdas geradas pela erosão marinha em Ajuruteua-PA, conduz a soma dos prejuízos gerados pelas perdas e investimentos, com R\$489.000,00 nas edificações que tiveram destruição parcial do imóvel e, R\$3.676.000,00 nas edificações com destruição total do imóvel. Totalizaram diretamente aos proprietários dos estabelecimentos pesquisados, um custo/prejuízo geral na ordem R\$ 4.165.000,00 vinculado a perda parcial e/ou total de seus imóveis juntamente com os investimentos em recuperação, reconstrução ou realocação (Figura 10).

Figura 9- (a) Perdas parcial e total no período. (b) Investimentos financeiros.



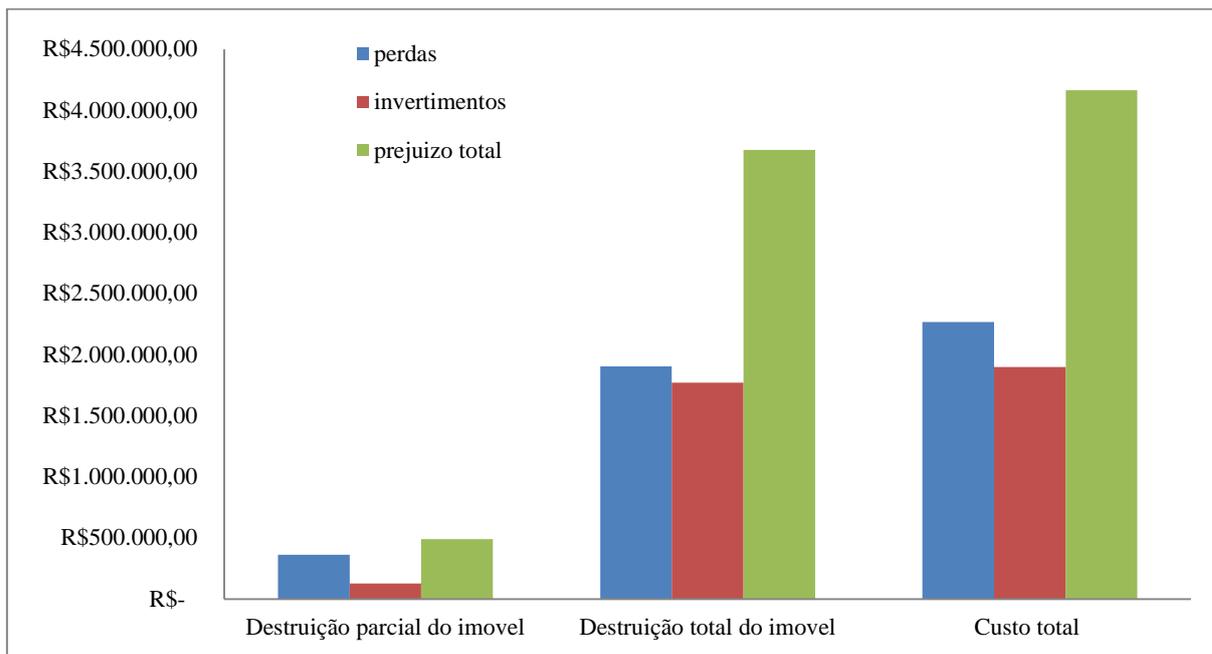
(a)



(b)

Fonte: Do autor.

Figura 10- Custos efetivos das perdas e investimentos.



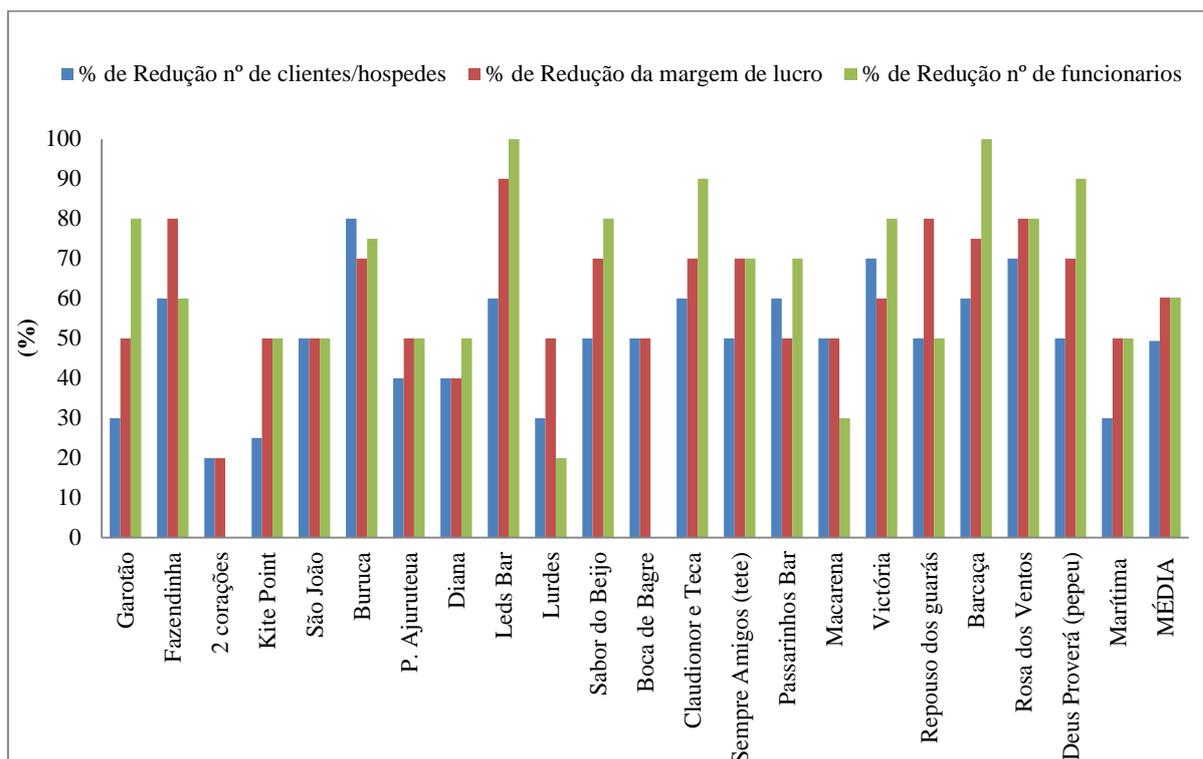
Fonte: Do autor .

4.4.2 Reposição - efeito externo

Além do Custo Efetivo apresentado, o processo de erosão marinha provocou outros efeitos, principalmente em relação na economia local. Todos os estabelecimentos comerciais sentiram impactos, como a redução do número de visitantes durante todo o ano e da redução de veranistas no período da alta estação, reduzindo com isso, o número de clientes/hospede e uma acentuada queda na margem de lucro.

Os dados apontam que houve uma queda no número de clientes/hospedes (média de 49%), esta redução refletiu na queda da margem de lucro (média de 60%) nos estabelecimentos pesquisados. Assim como foi observado a redução do número de funcionários, que variou de 100%, onde teve perda total, a 20% no estabelecimento que teve menor efeito externo, por ter melhor localização e melhor público de clientes (Figura 11).

Figura 11- Efeitos indiretos (externos), dos prejuízos causados pela erosão marinha.



Fonte: Do autor.

Durante os estudos foi identificado que uma residência foi atingida pelo fenômeno de mare alta do dia 09/02/2016, e a proprietária teve perda total de sua residência (cujo valor estimado estava na ordem de 50 mil reais), a mesma ficou desabriga e sem recursos financeiros para reconstruir ou recuperar seu bem e, teve que procurar abrigo na casa de amigos e vizinhos, e ainda hoje continua pagando aluguel para manter sua família.

Identificou-se também que outros bares e pousadas não tiveram prejuízos estruturais em seus estabelecimentos, mas tiveram gastos com investimentos em estruturas de contenção (ao menos paliativo), como barreiras de concreto e/ou madeira, para evitar que a força das ondas atinjam suas estruturas e os cause prejuízos.

4.4.3 Cálculo do custo de reposição para recuperação da área segundo o potencial socioeconômico implantado

Considerando os métodos discutidos em Corrêa e Souza (2013) e Vergara et al. (2014) foi proposto o seguinte procedimento de cálculo: $CR = (N \times CU_i) + (N \times CU_e)$.

Onde: CR – Custo de Reposição, em reais; N – Número de domicílios/áreas comerciais afetadas; CU_i – Custo Unitário Interno, em reais; CU_e – Custo Unitário Externo, em reais.

Foram constatadas 81 edificações na área de orla da praia que já foram e ou estão sendo atingidas diretamente pela ação das ondas (“*zona quente*”, perigo de desabamento), estas edificações se encontram na “*zona do varrido*”, linha do recuo costeiro, zona de alto risco mapeado pela CPRM (2015).

A Defesa Civil do município informou que devido o evento de maré de sizígia ocorrido nos dias 03, 04 e 05 de março/2018, 09 (nove) edificações foram destruídas (três - totalmente e seis - parcialmente) provocadas pela ação das ondas. E que o evento de erosão marinha costeira foi provocado pela altura de maré de 5,4m de amplitude, sendo que no dia 03 de março/2018 foi o dia que ela atingiu seu ponto máximo previsto pela Marinha do Brasil, fatores que influenciaram diretamente no evento.

Diante deste cenário foram catalogadas e identificadas 81 edificações na zona de alto risco iminente. Dentre estas, 16 são de dois pavimentos e apenas uma de três pavimentos. Estas edificações foram caracterizadas em:

- 1) Bar e restaurante de madeira (08 - oito edificações);
- 2) Bar e restaurante de alvenaria (03 - três edificações);
- 3) Bar pousada e restaurante de madeira (08 - oito edificações);
- 4) Bar, pousada e restaurante em alvenaria (03 - três edificações);
- 5) Residências em madeira (55 - cinquenta e cinco edificações);
- 6) Residências em alvenaria (02 - duas edificações) e
- 7) Residências mista (alvenaria e madeira, 02 - duas edificações).

Para se realizar o cálculo do custo de reposição para recuperação da área segundo o potencial socioeconômico implantado adotou-se como Custo Unitário Interno (CU_i) a média aritmética dos valos (em reais - R\$) de cada edificação para a perda total do bem. E para o Custo Unitário Externo (CU_e) a média aritmética dos valores (em reais - R\$), estimados para a reconstrução/relocação integral do bem em outra área. Como trata-se de uma estimativa, foi considerado o mesmo “N” tanto para o CU_i quanto para o CU_e , assim obteve-se um valor máximo considerado a perda do bem e sua possibilidade de reconstrução/relocação. Sendo que algumas edificações em madeira podem ser desmontadas manualmente e, parte da madeira retirada pode ser reaproveitada e serem reutilizadas na realocação/reconstrução, gerando uma “economia” estimada de até 60% das perdas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Avaliação de perdas segundo as categorias identificadas.

Categoria (número de edificações)	Descrição - Custo Unitário Interno (CU _i)	Descrição - Custo Unitário Externo (CU _e)	Valor total - Custo de Reposição (CR)
Bar e restaurante de madeira (8)	R\$ 13.000,00	R\$ 14.875,00	R\$ 223.000,00
Bar e restaurante de alvenaria (3)	R\$ 8.333,33	R\$ 10.000,00	R\$ 54.999,99
Bar, pousada e restaurante de madeira (8)	R\$ 23.125,00	R\$ 27.500,00	R\$ 405.000,00
Bar, pousada e restaurante em alvenaria (3)	R\$ 161.666,66	R\$ 206.000,00	R\$ 1.102.000,00
Residências em madeira (55)	R\$ 11.836,36	R\$ 13.845,45	R\$ 1.412.499,55
Residências em alvenaria (2)	R\$ 6.500,00	R\$ 7.000,00	R\$ 27.000,00
Residência mista - alvenaria e madeira (2)	R\$ 18.500,00	R\$ 24.500,00	R\$ 86.000,00

Fonte: Do autor.

Para o Custo geral de Reposição (CR) das 81 edificações localizadas na faixa de maré, foi obtido à média aritmética de todas as edificações, tanto para o Custo Unitário Interno (CU_i), quanto para Custo Unitário Externo (CU_e): CU_i = R\$ 34.708,76, com a perda total do bem e; CU_e = R\$ 43.388,63, com as perdas pelo custo de reconstrução/relocação integral do bem. Ambos somados (N = 81) geram um Custo de Reposição (CR) na ordem de R\$ 6.325.889,40.

Para Asmus et al (2018) os atores sociais tendem a incluir o caráter econômico no valor percebido, além de valores menos tangíveis, como o valor afetivo ou o relacionado com aspectos de seu bem-estar social; porém, os ecossistemas e serviços ambientais correspondentes podem ser valorados por meio da importância relativa que apresentam para as principais atividades econômicas na região considerada.

Fonseca e Drummond (2003) já consideram que para discutir a valoração de ambientes costeiros é necessário avaliar que, especialmente quanto aos bens ambientais, estes em geral têm muitos "*proprietários*" ou "*consumidores*", que podem consumi-los sem diminuir o seu valor para outros usuários. Estes sugerem ações que se adequam a situação observada em Ajuruteua: a criação de Instrumentos Econômico-Ecológicos, que podem ser expressos por taxas ambientais municipais, ou mesmo por descontos a um "IPTU ecológico"; a criação de fóruns comunitários para negociações ambientais; e o incentivo a mutirões ecológicos comunitários, buscando desenvolver o voluntarismo ecológico aliado ao lazer. Como produto desta dissertação apresenta-se no Apêndice 1 as principais ações que podem ser executadas pelo poder público para minimizar os danos e propiciar ações mais sustentáveis na região.

5. CONCLUSÕES

O processo erosivo em Ajuruteua é uma constante, que se manifesta com maior intensidade em determinados períodos do ano, como pode-se verificar em inúmeras referências e na pesquisa sobre a área de estudo. Este processo erosivo contrapõe-se a ocupação desordenada na área de orla da praia, com início na conclusão da estrada que liga a praia de Ajuruteua até a sede do município de Bragança, manifestando um perigo eminente para uma tragédia anunciada devido à exposição (risco) da população, que tem este lugar como habitat/moradia ou local de trabalho.

Os resultados obtidos indicam que muitas são as tentativas para conter a erosão na linha de costa da praia de Ajuruteua – PA, porém estas não passam de medidas paliativas de curto até médio prazo e que em muitos casos são onerosas e que não trazem soluções definitivas para o problema.

Por se tratar de uma área imprópria para ocupação, devido aos inúmeros eventos de mare alta, que ocasionam prejuízos/destruição dos imóveis que fazem frente a ações das ondas que solapam a costa provocando danos materiais (com prejuízo econômico superior a 4 milhões de reais em custo efetivo, obtido através do MVCR) e sociais (pessoas desalojadas/desabrigadas). Os atingidos que por não ter para onde ir recuam suas casas ou reconstroem em áreas mais abrigada da ação das ondas (efeito interno).

Não obstante também a absorção de outros efeitos econômicos para a comunidade. Estes referem-se a geração de emprego e renda para a população, conforme apontam os indicadores de redução na margem de lucro, advindo da redução do número de clientes/hospedes /visitantes afetando o setor terciário da economia local.

Diante deste cenário devem ser adotadas medidas emergências para que as 81 edificações que se encontram na área de alto risco iminente, não sofram prejuízos catastróficos estimados, através do calculo do Custo de Reposição, em mais de 6 milhos pela análise da perda e investimento na recupera do dano, no caso das edificações serem atingidas por eventos futuros.

REFERÊNCIAS

- ASMUS, M. L. et al. Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 44, p. 04-19, 2018.
- BARBOSA, V. M.; GREGÓRIO, A. M. S.; COSTA, R. A. A. M.; SOUZA FILHO, P. W.; PEREIRA, L. C. C. Estudo morfodinâmico durante uma maré equinocial de sizígia em uma praia de macromaré do litoral amazônico (Praia de Ajuruteua-PA, Brasil). **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 60-61, p. 31-43, 2007.
- BRAGA, F. P. S.; SOUZA FILHO, P. W.; ALVES, M. A. M. S.; PEREIRA, L. C. Morfologia e sedimentologia da praia de macromaré de Ajuruteua, Amazônia, Norte do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 60-61, p. 11-30, 2007.
- CALLIARI, L. J.; MUEHC, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JR., E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Rev. Bras. Oceanogr.**, v. 51, p. 63-78, 2003.
- COORDENADORIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL-(COMPDEC). Maré alta do dia 27 de abril de 2015. Bragança-PA, 2015.
- CORRÊA, R. S.; SOUZA, A. N. Valoração de danos indiretos em perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 2, n. 1, p. 7-15, 2013.
- COSTA, N. B. R. Impactos sócio-ambientais do turismo em áreas litorâneas: um estudo de percepção ambiental nos balneários de praia de leste, Santa Teresinha e Ipanema – Paraná. **Revista Geografar**, v. 6, n. 2, p. 151-181, 2011.
- EL-ROBRINI, M.; SILVA, M. M. A.; SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M. H.; SILVA JÚNIOR, O. G.; FRANÇA, C. F. Pará. In: MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília-DF: MMA, p. 41-86, 2006.
- ESPIRITO-SANTO, C. M.; SZLAFSZTEIN, C. F. Gestão de risco de desastres em planos diretores de três municípios da zona costeira do estado do Pará, Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 16, n. 2, p. 223-229, 2016.
- FONSECA, S. M.; DRUMMOND, J. A. O valor de existência de um ecossistema costeiro tropical através da disposição ao trabalho voluntário: o caso da lagoa de Itaipu (Niterói, RJ). **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 1, p. 85-107, 2003.
- GOMES, R.; PEREIRA, L.; RIBEIRO, C.; COSTA, R. Dinâmica socioambiental em uma comunidade pesqueira amazônica, PA, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 101-111, 2009.
- MEDEIROS, E. C. S.; ARAÚJO, R. C. P. Valoração econômica dos benefícios do controle de erosão de praia: o caso da praia do Icaraí, Caucaia – CE. In: SOBER, 48, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande-MS: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, p. 1-18, 2009.
- MENDES, R. M. L. et al. Análise dos impactos ambientais ocasionados por resíduos sólidos pelo fluxo turístico na ilha de Ajuruteua-PA. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 10, Poços de Caldas - MG. **Anais ...** Poços de Caldas - MG: IFMG, p. 1-5, 2013.

MONTEIRO, M. C.; PEREIRA, L. C. C.; GUIMARÃES, D. O.; COSTA, R. M. Ocupação territorial e variações morfológicas em uma praia de macromaré do litoral amazônico, Ajuruteua-PA, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 91-99, 2009.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 35-44, 2001.

OLIVEIRA, S. M. O. et al. Natural and anthropogenic impacts on a macrotidal sandy beach of the Brazilian Amazon (Ajuruteua, Para): guidelines for coastal management. **Journal of Coastal Research**, n. 64, p. 1385-1389, 2011.

PEDROSA, A. S. Risco de erosão no litoral norte de Portugal: uma questão de ordenamento do território. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 133-145, 2013.

PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S.; GUIMARÃES, D. O.; SOUZA FILHO, P. W.; COSTA, R. M. Formas de uso e ocupação na praia de Ajuruteua-Pará (Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 13, p. 19-30, 2006.

PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G.; CARVALHO, J. P. **Erosão do solo e valoração de serviços ambientais**. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica. Brasília-DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, p. 317-323, 2015.

RANIERI, L.; EL-ROBRINI, M. Evolução da linha de costa de Salinópolis, Nordeste do Pará, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 42, n. 3, p. 207-226, 2015.

RIBEIRO, J. DOS S. et al. Evolução da vulnerabilidade à erosão costeira na praia de Massaguaçu (SP), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 3, p. 253-265, 2013.

SANTOS, M. S. T. et al. Metodologia para mapeamento de vulnerabilidade costeira à elevação do nível médio do mar (NMM) em escala local. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, p. 691-705, 2015.

SILVA, I. R.; COSTA, R. M.; PEREIRA, L. C. C. Uso e ocupação em uma comunidade pesqueira na margem do estuário do Rio Caeté (PA, Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 13, p. 11-18, 2006.

SOUZA FILHO, P. W. M.; TOZZI, H. A. M.; EL ROBRINI, M. Geomorphology, land use and environmental hazards in Ajuruteua macrotidal sand beach, Northern Brazil. **Journal of Coastal Research**, 35, p. 580-589, 2003.

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. D. F.; DECHEN, S. C. F. Os custos da erosão do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 287-298, 2011.

TÔSTO, S. G.; PEREIRA, L. C.; ROMEIRO, A. R.; PAIVA SOBRINHO, R.; ANDRADE, D. C.; VALLADARES, G. S. **Valoração da erosão do solo e a sustentabilidade ambiental no espaço rural do município de Araras, SP**. Seminário sobre Sustentabilidade. Brasília-DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, p. 309-321, 2007.

VERGARA, F. E. V.; SOUSA, R. A. M.; ANDRADE, R. S. Aplicação do método do custo de reposição (mcr) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas - TO. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4063-4076, 2014.

APÊNDICE

APÊNDICE A - LAUDO TÉCNICO SOBRE A VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA

Diante de um cenário de constantes transformações morfodinâmicas, onde inúmeras residências e estabelecimentos comerciais já foram atingidos (destruídos ou realocados), encontra-se a praia de Ajuruteua em situação caótica em termos de vulnerabilidade socioambiental.

A análise da vulnerabilidade socioeconômica realizada sobre estudo - *Sócio assistencial de identificação e mapeamento das famílias residentes na praia de Ajuruteua “campo do meio”* - da Secretaria Municipal de Trabalho e Promoção Social; constatou de 55 famílias, identificando 150 pessoas que vivem com uma renda “*per capita*” aproximadamente de R\$ 209,33.

Mediante o cenário de vulnerabilidade, uma situação de emergência ou o estado de calamidade pública poderão ser declarados por meio de um Decreto do Prefeito Municipal em caso de novos desastres ambientais.

Diante do contraste entre o fenômeno de erosão marinha e a ocupação desordenada da área de risco, faz-se necessário adotar medidas para evitar a exposição ao perigo instalado na praia de Ajuruteua e o enfrentamento de desastres, evitando que se tenham prejuízos ou altos custos com a recuperação, reconstrução ou realocação de imóveis e famílias que estão residentes na região e, para que outras famílias não sofram prejuízos nem sejam desalojadas.

Dentre inúmeras medidas que poderão ser adotadas estão:

- O remanejamento urgente das famílias e edificações localizadas na área de risco.
- O remanejamento em médio prazo das famílias e edificações localizadas na área amarela definida pela CPRM.
- A proibição e fiscalização para a não ocupação da área.
- O monitoramento e atualização da área de risco através da defesa civil do município.

Além destas deve-se buscar de forma continuada:

- Procedimentos de alerta da população e a promoção de eventuais reuniões de emergência, para informar sobre as providencias a serem tomadas nos casos de marés elevadas e intensas.
- O fomento de campanhas educativas para evitar ocupações e desastres em áreas de riscos.
- A fiscalização para a não execução de obras de contenção de efetividade duvidosa.

- O desenvolvimento de estudos mais detalhados sobre o tipo de obra e suas relações com o ambiente de Ajuruteua.
- E a implantação de medidas de redução da exposição ao perigo de pessoas ou famílias na orla durante os eventos de mare alta (equinócio e sizígia).

Dentre as medidas mitigadoras a mais efetiva é a prevenção através do controle e da não aceitação de instalação de novos moradores ou comerciantes em Ajuruteua-PA.

Ressaltando que a praia é um patrimônio natural importante tanto para o município de Bragança quanto para o estado do Pará, advindo a necessidade de medidas que fomentem o gerenciamento costeiro associado ao gerenciamento de riscos, para que ocorra o benefício socioeconômico da região vinculado as atividades turísticas, garantida a preservação ambiental com a redução do aspecto de degradação ou a implantação de obras de contenção inadequadas e manutenção da extensão e características naturais da orla.