

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA MAIA DANTAS DA SILVA

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA NO LITORAL DE JOÃO PESSOA,  
PARAÍBA

CURITIBA

2017

LARISSA MAIA DANTAS DA SILVA

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA NO LITORAL DE JOÃO PESSOA,  
PARAÍBA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador (a): Prof. Dr Eduardo Felga Gobbi

CURITIBA

2017

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Aurora Maia Dantas e à minha avó, Maria Dantas Maia, por apoiarem minhas decisões e incentivarem meu progresso.

À Victor Matheus Marques Jerônimo Gomes, por não medir esforços para sempre me ajudar, pelo auxílio nas medições e nas fotografias e por ter percorrido comigo 24 km de praia.

Ao professor Eduardo Felga Gobbi, pelas valiosas correções e orientações.

Ao professor Tarciso Cabral da Silva e a Marie Eugenie Malzac, pela contribuição na obtenção de dados em campo e com o GPS.

À natureza, por tornar minhas obrigações acadêmicas, momentos de felicidade.

# ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA NO LITORAL DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA

Larissa Maia Dantas da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental

## RESUMO

A utilização de métodos que determinem a vulnerabilidade de regiões litorâneas é fundamental para o bom funcionamento da gestão costeira. O objetivo do trabalho é classificar a vulnerabilidade costeira do município de João Pessoa na Paraíba, fornecendo assim auxílio a gestores responsáveis pelas tomadas de decisões. Para isso, a metodologia utilizada envolve múltiplos parâmetros que abrangem a influência do mar e as características naturais e antropogênicas da região. Cada um destes parâmetros é associado a um índice de classificação numérico que varia entre condições de vulnerabilidade muito baixa a muito elevada. De acordo com os resultados, verificou-se uma falha e a necessidade de ajuste do parâmetro “Intervenções Antropogênicas” pois os resultados numéricos não condiziam com a realidade das vistorias no local. A partir desta modificação, os resultados obtidos constataram a fragilidade das praias do município, sendo as praias do litoral sul as mais vulneráveis ao avanço do mar e conseqüentemente aos processos erosivos, dentre elas as praias do Arraial e do Seixas sofrem elevados impactos decorrentes da erosão marinha. Foi verificada a necessidade de um gerenciamento costeiro eficiente no local que consiga minimizar as conseqüências deste fenômeno, protegendo assim o bem-estar social.

Palavras-Chave: Erosão Costeira. Vulnerabilidade Costeira.

## ABSTRACT

The use of methods that determine the vulnerability of coastal regions is essential for the proper functioning of coastal management. The purpose of this work is to rate the coastal vulnerability of João Pessoa, Paraíba and provide support to decision makers. For this, the methodology involves multiple parameters that include the influence of the sea and the natural and anthropogenic characteristics of the region. Each of these parameters is associated with a numerical classification, that varies between conditions of very low to very high vulnerability. According to the results it was verified that there was a failure and the need to adjust the parameter “Anthropogenic Interventions” because the numerical results did not correspond to the reality of the place. From this change the results showed that the city beaches suffer high impacts due to marine erosion. The beaches along the South coast including the Arraial and Seixas beaches were shown to be the most vulnerable to the rising sea level and the erosive processes. This has show that there is a need for efficient coastal management that can reduce the consequences of this situation and protect the social welfare.

Keywords: Coastal Erosion. Coastal Vulnerability

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilhas do Pacífico .....	20
Figura 2. Dados de temperatura média para a cidade de João Pessoa entre os anos de 1961 a 1990 .....	24
Figura 3. Dados de precipitação para a cidade de João Pessoa entre os anos de 1961 a 1990 .....	25
Figura 4. Mapa do bairro do Bessa, João Pessoa – PB.....	32
Figura 5. Mapa do bairro Jardim Oceania, João Pessoa – PB.....	32
Figura 6. Delimitação das áreas para análise na praia do Bessa, João Pessoa – PB .....	33
Figura 7. Berma da Área 1' na praia do Bessa, João Pessoa – PB .....	33
Figura 8. (a) Muro de gabião na praia do Bessa, João Pessoa – PB; (b) Intervenções antrópicas para conter o avanço do mar na praia do Bessa, João Pessoa - PB.....	34
Figura 9. (a) Consequências da erosão costeira na praia do Bessa; (b) Raízes de coqueiro expostas na praia do Bessa, João Pessoa - PB.....	34
Figura 10. (a), (b), (c), (d) Obras de defesa costeira construídas na praia do Bessa, João Pessoa - PB.....	35
Figura 11. (a), (b), (c) Pós-praia da Área 3 da praia do Bessa, João Pessoa – PB ..	36
Figura 12. Mapa do bairro de Manaíra, João Pessoa – PB.....	38
Figura 13. Delimitação das áreas para análise na Praia de Manaíra, João Pessoa – PB .....	39
Figura 14. (a) Início da praia de Manaíra, João Pessoa - PB; (b) Final da “Área 1” delimitada na praia de Manaíra, João Pessoa – PB.....	39
Figura 15. Sedimentos acumulados ao sul do Hotel Tambaú na praia de Tambaú, João Pessoa -PB .....	40
Figura 16. Muro de arrimo e resquícios de gabiões na praia de Manaíra, João Pessoa - PB .....	40
Figura 17. (a) Consequências de uma ressaca na praia de Manaíra, João Pessoa - PB; (b) Ondas invadindo a orla da praia de Manaíra, João Pessoa – PB .....	41
Figura 18. Mapa do bairro de Tambaú, João Pessoa – PB.....	43
Figura 19. (a) e (b) Pós-praia da praia de Tambaú, João Pessoa – PB.....	43
Figura 20. (a) e (b) Mapa do bairro do Cabo Branco, João Pessoa – PB .....	45

Figura 21. Delimitação das áreas para análise na praia do Cabo Branco, João Pessoa - PB .....	46
Figura 22. (a) e (b) Praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB.....	46
Figura 23. Muro de gabião no início da Área 1 da praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB .....	47
Figura 24. (a) e (b) Destruição da Praça de Iemanjá causada pela ação das ondas na Praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB.....	47
Figura 25. Falésia do Cabo Branco, João Pessoa – PB .....	48
Figura 26. Formação de terraços de abrasão marinha causados pela fragmentação da Falésia do Cabo Branco, em João Pessoa – PB.....	48
Figura 27. Mapa do bairro de Ponta do Seixas, João Pessoa – PB.....	50
Figura 28. Delimitação das áreas para análise na praia do Seixas, João Pessoa - PB .....	51
Figura 29. (a), (b), (c), (d), (e), (f) Processo erosivo da falésia viva do Cabo Branco em João Pessoa – PB.....	52
Figura 30. (a) e (b) Impactos da erosão costeira nos comércios locais da praia do Seixas, em João Pessoa – PB. ....	53
Figura 31. (a), (b), (c) Obras para contenção do avanço do mar na praia dos Seixas, em João Pessoa – PB; e (d) Afloramento das raízes dos coqueiros na praia do Seixas, em João Pessoa – PB.....	54
Figura 32. Desembocadura do rio Cabelo limitando o sul da praia do Seixas com a praia da Penha, em João Pessoa – PB.....	54
Figura 33. Mapa do bairro da Penha, João Pessoa – PB .....	56
Figura 34. (a), (b), (c) Pós-praia da praia da Penha, João Pessoa – PB; e (d) Desembocadura do Rio Aratu, João Pessoa – PB.....	57
Figura 35. Delimitação das áreas para análise na praia do Arraial, João Pessoa – PB .....	58
Figura 36. Processo erosivo na Área 1 da praia do Arraial, João Pessoa – PB.....	59
Figura 37. (a), (b), (c) Processo erosivo na falésia da praia do Arraial, João Pessoa – PB; (d) Distância da maré baixa de sizígia para a falésia da praia do Arraial, João Pessoa – PB; e (e) Terraço de abrasão marinha na praia do Arraial, João Pessoa – PB .....	60
Figura 38. Delimitação das áreas para análise na praia de Jacarapé, João Pessoa – PB .....	62

Figura 39. (a) e (b) Atividade antrópica na foz do rio Jacarapé, João Pessoa – PB .	63
Figura 40. (a) Escarpas da Formação Barreiras da praia de Jacarapé; e (b) Foz do rio Cuiá, João Pessoa – PB .....	63
Figura 41. Delimitação das áreas para análise na praia do Sol, João Pessoa – PB.	65
Figura 42. (a) Pós-praia da praia do Sol; (b), (c) Presença de comércios na praia do Sol; e (d) Escarpa de praia próxima a restaurantes na praia do Sol, João Pessoa - PB .....	66
Figura 43. (a), (b) Processo erosivo na falésia na praia do Sol; e (c) Pós-praia da praia do Sol, João Pessoa - PB.....	67
Figura 44. Uso inadequado do solo no topo da falésia na praia do Sol, João Pessoa – PB .....	67
Figura 45. Delimitação da praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB.....	69
Figura 46. Escarpas praias da praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB.....	70
Figura 47. Pontal arenoso formado entre a foz do rio Gramame e o mar na praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB .....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação de parâmetros de vulnerabilidade relacionados com as características naturais e antropogênicas das zonas costeiras.....	29
Quadro 2. Alterações na classificação do grau de vulnerabilidade do parâmetro Intervenções Antropogênicas.....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação de parâmetros de vulnerabilidade relacionados com a ação do mar.....	29
Tabela 2. Classificação dos parâmetros quanto as ponderações.....	30
Tabela 3. Intervalos de classificação da vulnerabilidade costeira.....	31
Tabela 4. Distância média da linha da costa da praia do Bessa, João Pessoa - PB.....	35
Tabela 5. Parâmetros de Vulnerabilidade da Praia do Bessa, João Pessoa - PB.....	37
Tabela 6. Distância média da linha da costa da praia de Manaíra, João Pessoa – PB.....	40
Tabela 7. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Manaíra, João Pessoa – PB.....	41
Tabela 8. Distância média da linha da costa da praia de Tambaú, João Pessoa – PB.....	43
Tabela 9. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Tambaú, João Pessoa – PB.....	43
Tabela 10. Distância média da linha da costa da praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB.....	48
Tabela 11. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Cabo Branco, João Pessoa - PB.....	48
Tabela 12. Distância média da linha da costa da praia do Seixas, João Pessoa – PB.....	54
Tabela 13. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Seixas, João Pessoa – PB.....	54
Tabela 14. Distância média da linha da costa da praia da Penha, João Pessoa – PB.....	56

Tabela 15. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia da Penha, João Pessoa – PB.....	57
Tabela 16. Distância média da linha da costa da praia do Arraial, João Pessoa - PB.....	60
Tabela 17. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Arraial, João Pessoa - PB.....	60
Tabela 18. Distância média da linha da costa da praia de Jacarapé, João Pessoa - PB.....	63
Tabela 19. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Jacarapé, João Pessoa - PB.....	63
Tabela 20. Distância média da linha da costa da praia do Sol, João Pessoa - PB.....	67
Tabela 21. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Sol, João Pessoa – PB.....	67
Tabela 22. Distância média da linha da costa da praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB.....	69
Tabela 23. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Barra de Gramame, João Pessoa - PB.....	70
Tabela 24. Parâmetros de Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa – PB.....	71
Tabela 25. Classificação da vulnerabilidade costeira de João Pessoa – PB.....	73
Tabela 26. Alteração dos Parâmetros de Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa - PB.....	76
Tabela 27. Alteração da classificação da vulnerabilidade costeira de João Pessoa – PB.....	76

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	Justificativas.....	11
1.2	Objetivos.....	12
1.2.1	Geral.....	12
1.2.2	Específicos.....	12
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	13
2.1	As Mudanças Climáticas e o Aumento do Nível do Mar.....	13
2.2	Ambiente Praial: Definições.....	22
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
3.1	Área de estudo.....	24
3.2	Metodologia.....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	32
4.1	Praia do Bessa.....	32
4.2	Praia de Manaíra.....	38
4.3	Praia de Tambaú.....	43
4.4	Praia do Cabo Branco.....	45
4.5	Praia do Seixas.....	50
4.6	Praia da Penha.....	56
4.7	Praia do Arraial.....	58
4.8	Praia de Jacarapé.....	62
4.9	Praia do Sol.....	65
4.10	Praia de Barra de Gramame.....	69
4.11	Vulnerabilidade Costeira de João Pessoa - PB.....	72
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	80

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativas

Dois terços da população mundial habitam em zonas costeiras, tal fato decorre dos inúmeros benefícios que essa localização propicia, dentre eles servir de base para utilização dos recursos marinhos, posicionamento estratégico para circulação intercontinental, espaço de lazer, entre outros (MORAES, 2007).

Tendo em vista que o processo de colonização em sua maioria das vezes inicia-se a partir da costa, a ocupação descontrolada destas áreas causou e ainda causa impactos na dinâmica comportamental das zonas costeiras. Sabe-se também que tais áreas litorâneas constituem um espaço reduzido quando comparada as demais áreas do globo, tornando determinados locais urbanamente saturados.

O aumento da temperatura global é uma realidade que traz consigo diversos impactos e mudanças na paisagem e nos recursos do meio ambiente. Dentre eles o aumento do nível do mar é um dos principais responsáveis por causar erosão em ambientes costeiros. Esse processo desencadeia diferentes prejuízos, tanto socialmente, como ambientalmente e economicamente, dentre os quais segundo Souza (2009) a redução da faixa de areia da praia, o desaparecimento da zona de pós-praia, perda de habitats naturais, aumento da intrusão salina, prejuízo na infraestrutura local, seja ela pública ou privada, como também no turismo.

Assim, é necessário a criação de diagnósticos para cada cenário específico, objetivando apontar as causas dos problemas, para que a partir daí seja possível auxiliar na tomada de decisões, como a realização de medidas de mitigação e de gerenciamento costeiro.

Umas das praias do município, a praia dos Seixas, está localizada no ponto mais oriental das Américas. O provável aumento do nível do mar, juntamente com a falha da gestão costeira local e a exploração turística torna a área susceptível a sofrer processos erosivos, o que acarreta em prejuízos no meio ambiente e na economia da região.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

Avaliar a vulnerabilidade costeira do litoral do município de João Pessoa na Paraíba, a partir da aplicação de uma metodologia proposta por literatura.

### 1.2.2 Específicos

- Identificar e descrever os parâmetros propostos na metodologia aplicada;
- Caracterizar a área de estudo quanto aos critérios requeridos;
- Identificar por meio de registro fotográfico indicativos de erosão costeira;
- Determinar o grau de vulnerabilidade da região por meio dos três critérios de ponderação da metodologia disponível em literatura.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 As Mudanças Climáticas e o Aumento do Nível do Mar

As mudanças climáticas são definidas como variações no clima terrestre ao longo de um determinado período de tempo, seja em escala global ou regional. Dentre as variáveis que se inserem no processo de alteração climática, temos: a temperatura, a pluviosidade, a umidade relativa do ar, os ventos, a nebulosidade, entre outros.

Joly (2007) acredita que estas mudanças estão a ocorrer desde um passado geológico. No entanto, aconteceram gradativamente ao longo do tempo em escalas de milhares de anos, sendo possível que os processos evolutivos agissem e influenciassem os seres vivos (plantas e animais) que habitavam o planeta.

O histórico do conhecimento sobre as mudanças climáticas foi e continua sendo um longo caminho a ser percorrido. Ainda hoje, há opiniões contrárias a tese do aquecimento global, porém os primeiros argumentos quanto ao aumento da temperatura surgiram em 1824 com o matemático e físico Jean Baptistes Joseph Fourier (GIDDENS, 2010).

Fourier publicou um artigo explicando as temperaturas do globo terrestre, onde constatava que a atmosfera se portava como uma estufa, ou seja, ela impedia que o calor escuro (radiação infravermelha), que é emitido de volta por superfícies sólidas terrestres, voltasse ao espaço (GIDDENS, 2010).

Após as constatações de Fourier, começaram as investigações para explicar porque a atmosfera se comportaria daquela forma, como uma manta. O engenheiro John Tyndall realizou em 1861 pesquisas para descobrir quais seriam os gases responsáveis por absorver o calor dos raios solares. Tyndall fez pesquisas envolvendo o dióxido de carbono, vapores de água e metano, afirmando assim que as mudanças climáticas que ocorreram no planeta eram decorrentes da concentração de tais gases ao longo do tempo (GIDDENS, 2010).

Posteriormente, o químico Svante August Arrhenius pesquisou as consequências da variação do dióxido de carbono na atmosfera, publicando um artigo em 1896 afirmando que se a quantidade de gás carbônico aumentasse haveria grande aumento da temperatura terrestre e caso houvesse uma redução, a tendência seria inversamente proporcional. O químico questiona se tal acréscimo pode ocorrer em

períodos geológicos curtos e alega que há relação entre o uso de combustíveis fósseis e o acúmulo de dióxido de carbono (FIGUEIREDO et al., 2012).

Propulsionado pela pesquisa de Arrhenius, em 1938 o engenheiro Guy Stewart Callendar associou o aumento da temperatura já observado com o crescimento da concentração de CO<sub>2</sub> derivado da queima de combustíveis fósseis (OLIVEIRA; VECCHIA, 2009).

Após essas descobertas, as pesquisas em torno da relação entre o CO<sub>2</sub> e a temperatura cresceram. Pesquisadores como Gilbert Plass em 1956 e Roger Revelle e Hans Suess em 1957 fizeram publicações a respeito do tema. O primeiro estudou a absorção de raios infravermelhos pelo dióxido de carbono, concluindo que as duas variáveis são diretamente proporcionais e que o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera traria diversas adversidades futuras. Já Revelle e Suess afirmaram que o aumento do CO<sub>2</sub> deriva não apenas dos combustíveis fósseis, mas também de outros fatores, como o desmatamento e o aumento da temperatura e de matéria orgânica nos oceanos (FLEMING, 1998 apud ONÇA 2015).

Um ano depois, em 1958, o químico Charles David Keeling deu início a uma série de medições de CO<sub>2</sub> no vulcão Mauna Loa, Havaí. A partir daí foi criada a Curva de Keeling, que demonstra a concentração de dióxido de carbono na atmosfera ao longo do tempo (FLEMING, 1998 apud ONÇA 2015).

Após ser finalmente reconhecido os possíveis problemas em escala global que o aumento da temperatura a curto prazo poderia trazer, a comunidade internacional começa a procurar formas de mitigar tais impactos no meio ambiente e consequentemente no bem-estar humano.

De acordo com Quintela (2015), em 1972 foi publicado o estudo “Os Limites do Crescimento” pelo Clube de Roma, organização que visava debater a relação entre o homem e sua interação com o meio ambiente. No mesmo ano também foi realizada a Primeira Conferência Internacional abordando a proteção do meio ambiente, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, Suécia. Nesta conferência criou-se o PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Quintela (2015) define esse organismo como:

“A entidade das Nações Unidas designada para abordar as questões ambientais a nível global e regional, cujo objetivo é coordenar o desenvolvimento da política ambiental de uma

forma consensual, analisando a situação do ambiente e trazendo novas questões para a atenção dos governos e da comunidade internacional. ”

Desde então, as mudanças climáticas passam a ser debatidas a nível global, com diversos encontros internacionais a tratar do clima. Em 1979 houve em Genebra, Suíça, a Primeira Conferência Mundial sobre o Clima, que subsidiou em 1980 a criação do Programa Mundial do Clima, que fazia pesquisas relacionadas as mudanças climáticas com apoio internacional (MELLER, 2015).

Em 1985 os pesquisadores Joe Farman, Brian Gardiner e Jonathan Shanklin comprovaram a existência de um buraco na camada de ozônio em cima da Antártida, decorrente do uso do clorofluorcarbureto (CFC). No mesmo ano a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, na Áustria solicitou a criação de um protocolo relativo ao uso de CFC's (BURSZTYN; PERSEGONA, 2008).

Baseado nas premissas da Convenção de Viena (1985), em 1987 surgiu o Protocolo de Montreal, que entrou em vigor em 1989. O protocolo elaborou medidas obrigacionais para reduzir gradativamente as substâncias que destroem a camada de ozônio, entre elas os CFC's (BURSZTYN; PERSEGONA, 2008).

Ainda em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU publicou um relatório denominado “O Nosso Futuro Comum”, conhecido como o Relatório Brundtland, onde é exposto os riscos do modelo de desenvolvimento utilizado pelos países industrializados (QUINTELA, 2015).

Em 1988 em Toronto, durante a Conferência Mundial sobre o Clima foi criado o IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, segundo Silva e Fernandes (2010) o IPCC “foi idealizado com o objetivo de analisar as mudanças do clima sob uma ótica científica [...]”, determinando os impactos e buscando alternativas e soluções.

O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC foi concluído em 1990. O documento relatava a influência das ações humanas e industriais no aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera. A partir desse relato, a resposta internacional foi a organização da ECO-92 (FREITAS, 2012).

Em 1992, ocorre a ECO-92 no Rio de Janeiro. Nesta conferência admitiu-se que os maiores responsáveis pelos impactos no meio ambiente eram os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento precisavam de auxílio com

tecnologias e financeiramente. Ainda na conferência, foi assinada a CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, sendo ela ratificada por 192 países e entrando em vigor em 2004 (QUINTELA, 2015).

Sobre a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, Freitas (2012) destaca que:

“Foi consagrado o princípio “das responsabilidades comuns, mas diferenciadas”, pelo o qual os países foram divididos em dois grupos, dos quais, somente àqueles pertencentes ao Anexo I - membros da OCDE mais Rússia, Belarus, Ucrânia, Estônia, Letônia e Lituânia - foi estabelecido o compromisso de que as emissões, até o ano 2000, não poderiam ser superiores à quantidade emitida em 1990 (ano base). Aos países em desenvolvimento não coube nenhuma meta de redução, apenas a implementação de programas nacionais de mitigação. ”

Anualmente os países participantes da CQNUMC decidiram se reunir no que chamaram de COP – Conferência das Partes. Em 1997 na COP 3, realizada em Quioto, no Japão, foi firmado o Protocolo de Quioto, em que é acordado entre os países desenvolvidos a redução de emissões em média de 5% tendo como base as emissões de 1990 (OLIVEIRA; VECCHIA, 2009).

No ano 2000, os Estados Unidos, um dos países que mais influenciam no aumento da concentração de GEE's na atmosfera, retira sua participação do Protocolo de Quioto (RODRIGUES, 2016). Apenas em 2005 o Protocolo de Quioto é transformado em lei internacional para os países que fazem parte dele, a partir da ratificação da Rússia (NETO, 2010).

Rodrigues (2016) acredita que a falha do Protocolo de Quioto ocorreu pelo mesmo não ter conseguido atingir os objetivos propostos de 1997. A autora afirma ainda que tal falha resulta de uma má elaboração do acordo, tendo ele um “[...] escopo inadequadamente amplo, o que levou a promessas e compromissos vagos”. Rodrigues (2016) sintetiza o Protocolo afirmando que:

“Em suma, o desenho falho do Protocolo materializou-se no pequeno prazo dado a seus membros para viabilizar suas reduções de emissões, bem como nas metas baixas em relação ao que seria verdadeiramente necessário para uma mudança relevante na situação. Essas metas também pecavam por não

serem progressivas, o que as tornava ainda mais irrelevantes com o passar do tempo. Dessa forma, os incentivos para a inovação ficaram cada vez mais limitados e a busca por soluções, com um caráter ainda mais funcionalista. Isso acarretou um foco nos processos imediatistas ao invés de levar a um pensamento a longo prazo. Assim, o objetivo a princípio, que era uma solução coletiva para o problema, ficou pulverizado diante dos interesses próprios dos atores envolvidos”.

O Relatório Stern, divulgado em 2006, é um estudo sobre os impactos das mudanças do clima na economia global. Segundo Reis et al. (2013) o relatório argumentava que “o PIB mundial poderia sofrer perdas de até 20% nas próximas décadas, se não houvesse ações incisivas para mitigar as mudanças climáticas”. O relatório previa os impactos causados na Terra caso a temperatura elevasse 1º C, 2º C, 3º C, 4º C e 5º C. Dentre as consequências o relatório lista problemas no abastecimento de água, proliferação de doenças, aumento dos períodos de seca, impactos na agricultura, extinção de espécies animais e vegetais, entre outros diversos (MARENGO, 2008).

Durante a COP 13 em 2007, que aconteceu em Bali, na Indonésia, foi elaborado o Mapa do Caminho, documento este que visava reunir tomadas de decisões necessárias para obter um acordo climático eficaz. O Mapa do Caminho incluía cinco linhas de discussão: visão compartilhada, mitigação, adaptação, transferência de tecnologia e suporte financeiro (QUINTELA, 2015).

A COP 15 em 2009 foi palco do surgimento do Acordo de Copenhague. Os países que representavam 80% de toda emissão antropogênica se comprometeram com as medidas de mitigação do acordo, tendo todos eles declarados suas ações quantificadas. Foi firmado a meta de não permitir o aumento de mais de 2º C da temperatura global (ABRANCHES, 2010).

Em 2010 a cidade de Cancun no México foi palco da COP 16. Nesta conferência foi criado o Fundo Verde do Clima, com o objetivo de fazer a arrecadação e a administração dos recursos provindos dos países do Anexo I para financiar os programas de contenção das mudanças climática (RODRIGUES, 2016).

Para Rodrigues (2016) a COP 17 realizada em Durban foi a que iniciou os debates para um documento que substituísse o Protocolo de Quioto. Ou seja, foi criado a Plataforma de Durban, em que os países se comprometiam a criar metas até

2015 que fossem colocadas em vigor em 2020. Em 2012, a COP 18 no Catar foi estabelecido o segundo turno do Protocolo de Quioto, com novas metas e tendo seu período estendido por mais oito anos. Além dos EUA, a Rússia, o Canadá, a Nova Zelândia e o Japão também se retiraram do acordo.

A COP 21 que ocorreu em 2015 em Paris pretendia criar um documento substituto ao Protocolo de Quioto. Este documento foi nomeado Acordo de Paris, que definiu o limite de 2° C no aumento da temperatura global, e ao contrário do Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris estabeleceu que todos os países deveriam se comprometer com as reduções de emissões. O acordo está previsto para entrar em vigor em 2020 com a ratificação de no mínimo 55 países e 55% das emissões globais de GEE's (RODRIGUES, 2016). 90 países já ratificaram o Acordo, incluindo Brasil, EUA, China, Índia e os países da União Europeia, representando 64% das emissões globais.

Dentre os impactos decorrentes das alterações climáticas, foi constatada a relação entre o aumento do nível dos oceanos com o aquecimento global, sendo essa elevação a percussora de inúmeras consequências ambientais, sociais e econômicas do século XXI.

Sabe-se que desde milhões de anos atrás, a temperatura global vem influenciando os diversos períodos de glaciação que já ocorreram, fazendo com que o nível do mar varie a medida que o oceano aqueça ou esfrie, como também em função das transferências de água entre o oceano, continente e geleiras.

O 5º Relatório do IPCC verificou que a elevação do nível do mar ocorre principalmente em função de duas situações: da expansão térmica do oceano e do derretimento de geleiras e de mantos de gelo. O relatório também fornece evidências de que as propriedades oceânicas de relevância para o clima se alteraram durante os últimos anos, incluindo temperatura, salinidade, nível do mar, carbono, pH e oxigênio (IPCC, 2013a).

Quanto a temperatura do mar, o IPCC concluiu que os primeiros 700 m da superfície da água esquentaram de 1971 a 2010. A taxa média de aquecimento é de 0,11°C por década nos 75 m superiores e de cerca de 0,04°C por década nos 200 m iniciais. A probabilidade de tais resultados estarem corretos varia de 99% a 100%, sendo estes considerados praticamente certos (IPCC, 2013b).

O IPCC (2013b) constatou que houve um aumento global do nível do mar no século XX, sendo essa elevação média de 1,5 mm/ano no período de 1901 a 1990, de 2,0 mm/ano entre 1971 e 2010 e de 3,2 mm/ano entre os anos de 1993 e 2010. Dentre os processos que influenciaram nessa elevação no último período analisado (1993-2010), a expansão térmica dos oceanos foi responsável por 1,1 mm/ano, o derretimento das geleiras influenciou com 0,76 mm/ano e o derretimento dos mantos de gelo da Groelândia e da Antártica em 0,33 mm/ano e 0,27 mm/ano respectivamente.

No 5º Relatório (IPCC, 2013a) as projeções futuras se subdividiram em quatro cenários que poderiam se concretizar até o ano de 2100, são eles: o RCP2.6, o RCP4.5, o RCP6.0 e o RCP8.5. Os números agregados às siglas representam o balanço radioativo do cenário em questão, ou seja, a quantidade de energia solar armazenada no planeta em  $W/m^2$ . De acordo as projeções futuras, a média de elevação do nível do mar poderá ser de 0,40m para o RCP2.6, de 0,47m para o RCP4,5, de 0,48m para o cenário RCP6.0 e de 0,63m para o RCP8.5. No entanto tal aumento dos níveis dos oceanos podem alcançar até 0,82 m para o cenário RCP8.5.

Segundo Castro et al (2010) cerca de 30% do carbono presente na atmosfera é absorvido pelos oceanos. Esta absorção é realizada por meio da fotossíntese de microalgas marinhas e também pela dissolução do dióxido de carbono em águas com temperaturas menores, como na região Antártica.

Em todos os cenários do AR5 a expansão térmica foi a maior contribuinte para as mudanças do nível do mar. Sabe-se também que quão maior a temperatura do oceano for, menor será sua capacidade de absorver o dióxido de carbono, o que agrava cada vez mais a situação.

As consequências atreladas ao aumento do NM são diversas e podem gerar danos em esferas sociais, ambientais e econômicas. Os impactos ambientais variam desde alterações físicas do ambiente, como forte erosão costeira, mudanças na hidrodinâmica estuarina, aumento da intrusão salina em rios, como também consequências biológicas, como a perda de ecossistemas, como manguezais e recifes de corais, sendo o último afetado pela elevação da temperatura do mar. Os danos econômicos são decorrentes tanto do gasto em tecnologias para conter o avanço do mar, como também do impacto causado no turismo em regiões costeiras. Socialmente, a elevação do oceano pode causar o desaparecimento de cidades



Tonga, um dos países da AOSIS, possui 171 ilhas, porém apenas 36 são habitadas. A maior ilha do país é Tongatapu, que abriga mais de 50% da população e é onde está localizada a capital Nuku'alofa. A capital possui uma elevação entre 0,5 e 1,5 metros acima do nível do mar, no entanto algumas áreas da cidade se encontram abaixo dos 0,5 metros. Quanto a vulnerabilidade da ilha de Tongatapu a elevação no nível dos oceanos, constatou-se que o aumento de 1 metro do nível médio do mar causaria perdas territoriais de 10,3 km<sup>2</sup>, ou seja, 3,9% da área total da ilha e cerca de 2.000 pessoas seriam afetadas, correspondendo a 14,2% da população total. A ocorrência de um evento extremo na região em 1982 durante o ciclone Isaac, que induziu uma onda de tempestade de 2,8 metros afetou milhares de pessoas que vivem em regiões mais baixas da ilha. Tal evento seria intensificado em um cenário em que o nível do mar tenha subido 1 metro, deixando cerca de 37,3km<sup>2</sup> e 29.560 pessoas em risco, respectivamente 14% e 46% do território e da população. Note-se que os impactos do aumento do nível do mar não se limitam a simples inundações e que o perigo de tempestades induzidas por ciclones aumenta significativamente (MIMURA; NETUANA, 1997).

Tuvalu é um Estado-ilha composto por nove atóis no oceano Pacífico. A região possui uma altitude em torno de 2 a 5 metros. A economia do país é baseada na agricultura e na pesca, sendo a primeira a mais afetada pela salinização do solo e da água da região (MADALENO, 2012).

Assim como Tuvalu, a Republica do Kiribati representa um conjunto de trinta e três atóis e a região mais alta do país está localizada a apenas 4 metros acima do nível do mar. Tal como os outros países de baixas altitudes, parte da população de Kiribati está sendo deslocada para o interior das ilhas. Porém o problema abrange além da perda territorial, questões fundamentais para a sobrevivência da população, como perda da capacidade produtiva e impactos na infraestrutura da região (GRUBBA; MAFRICA, 2015). Aliado a estes problemas têm-se também o fator econômico, visto que a maioria dos países afetados dependem do turismo e da agricultura como fonte de renda, o que dificulta ainda mais a autonomia financeira do governo para tomar medidas emergências e preventivas.

Em 2007 foi estabelecido um acordo de imigração entre a Nova Zelândia, Tuvalu, Kiribati, Tonga e Fiji. De acordo com a Imigração da Nova Zelândia, o Pacific Access Category é um visto para realocar a população destas ilhas do pacífico

impactadas pelas mudanças do clima na Nova Zelândia. No entanto há diversas condições e restrições no acordo, como uma quota de imigrações anual por país, sendo 75 cidadãos de Kiribati, 75 de Tuvalu, 250 de Tonga e 250 de Fiji. Além disso o visto só é concedido para pessoas que sejam capazes de ler, escrever e falar inglês, que tenham entre 18 e 45 anos e que possuam uma oferta de trabalho que garanta seu sustento na Nova Zelândia. Estes pré-requisitos aumentam a exclusão de pessoas idosas e com baixa renda, ou seja, os que se encontram em maior situação de vulnerabilidade.

Assim, torna-se perceptível que países que possuem pouca influência nas emissões de gases do efeito estufa, seja por não usar combustíveis fósseis em grande escala, ou pela quantidade insignificante de desmatamento, são os primeiros atingidos e os que mais sofrem os impactos das mudanças climáticas.

## 2.2 Ambiente Praial: Definições

A Lei 7.661 de 1988 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC define zona costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre” (BRASIL, 1988).

O PNGC não determina distâncias fixas para definir a zona costeira, pois acredita que cada região possui características particulares. Porém o plano considera os seguintes critérios:

- a) A não fragmentação da unidade natural dos ecossistemas costeiros, de forma a permitir a regulamentação de utilização de seus recursos respeitando sua integridade;
- b) Para o limite externo da faixa terrestre, a linha de cristas da configuração topográfica do litoral ou, no caso de planícies costeiras muito extensas, o ponto até onde se faz sentir a influência do mar, observada pela intrusão da salinidade nos rios ou pela variação do nível das águas, pelo efeito das marés;
- c) Para o limite externo da faixa marítima, o espaço submerso até onde ocorram movimentos (ondas, correntes e marés), que possam ocasionar processos naturais (sedimentação ou erosão), capazes de afetar a natureza constitutiva da costa. Via de regra, as ondas exercem influência sobre o fundo até

profundidades correspondentes à metade de seus comprimentos;

d) Tanto para a faixa terrestre, como marítima, considerar as áreas marcadas por intensa atividade socioeconômica e sua área de influência imediata. (BRASIL, 1990)

A orla marítima está inserida na zona costeira e pode ser encontrada no litoral brasileiro de diferentes formas. Esta apresenta áreas terrestres, marítimas e uma área de contato entre as duas anteriores, sendo a última influenciada pela ação das marés. Na parte marinha é considerada a isóbata de 10 m, na parte terrestre a distância é contabilizada a partir da preamar e irá depender da ocupação, sendo urbanizada 50 m e não urbanizada 200 m. Estes limites podem sofrer alterações quando houver comprovações científicas de que as orlas apresentam alta erosão ou alargamento da linha da costa (BRASIL, 2002).

Quanto a nomenclatura das divisões do ambiente praial, considerou-se as seguintes definições: pós-praia, face de praia e antepraia.

O pós-praia é a região fora do alcance da ação das marés, sendo atingida apenas em marés excepcionais, como na ocorrência de tempestades. No pós-praia pode haver a existência de bermas, que são terraços que possuem uma pequena inclinação na direção ao continente e uma maior inclinação direção do mar. A face de praia é o local que sofre a influência das marés, ou seja, o local que limita a maré mais baixa e mais alta (APRH, 2007). A antepraia corresponde a área quase sempre coberta pelo mar, tem seu início ao final da face de praia e prossegue em direção ao mar cerca de 10 a 20 metros (SILVA et al. 2004 apud NUNES, 2011).

Inseridos na antepraia tem-se a zona de espraiamento, zona de arrebentação e a zona de surfe. A zona de espraiamento é o local onde ocorre o esprai e o refluxo das ondas, ou seja, onde há movimentação ascendente da onda. A zona de arrebentação é a região em que há a quebra das ondas devido a área possuir menor profundidade. Por fim, a zona de surfe é a área em que após a arrebentação das ondas, há a formação de correntes longitudinais e transversais à praia decorrentes da perda de energia das ondas (SUGUIO, 2003).

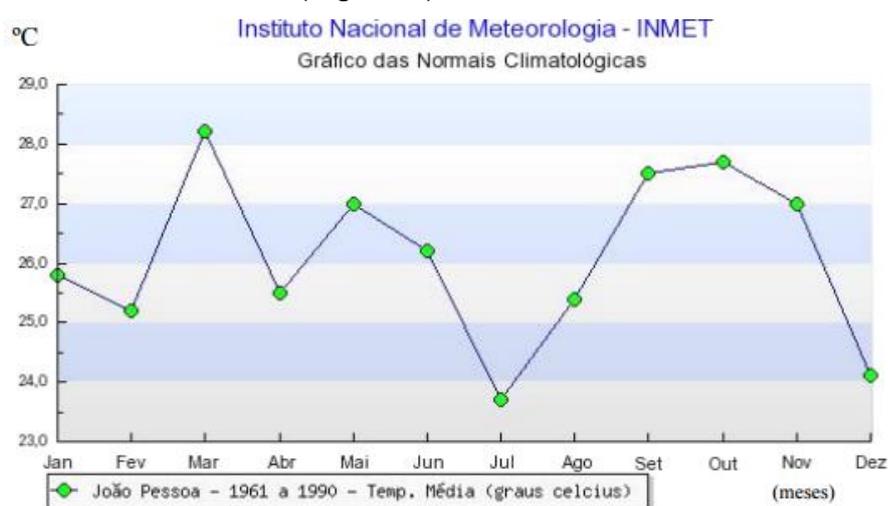
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A metodologia aplicada no litoral do município de João Pessoa, Paraíba, englobou as dez praias inseridas no local. No extremo norte do município está localizada a Praia do Bessa, seguindo em direção ao sul temos a Praia de Manaíra, Praia de Tambaú, praia do Cabo Branco, praia dos Seixas, praia da Penha, praia de Jacarapé, praia do Arraial, praia do Sol e por fim, localizado mais ao sul do município está a praia de Barra de Gramame.

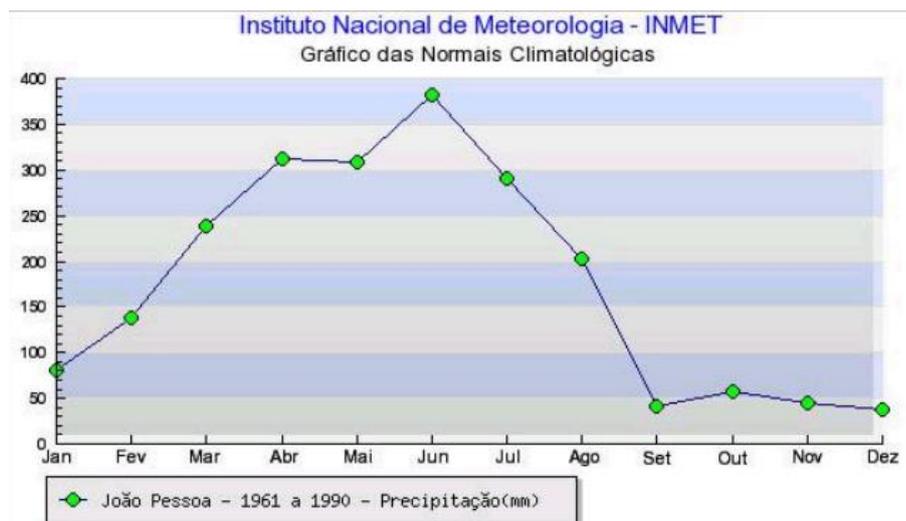
A região costeira de João Pessoa é delimitada ao norte pela desembocadura do rio Jaguaribe na praia do Bessa e ao sul pelo estuário do Rio Gramame, totalizando 24 km de faixa litorânea.

De acordo com a classificação do clima de Köppen, a área estudada está inserida no clima tropical chuvoso (As'). Este se caracteriza por possuir temperaturas médias do mês mais frio do ano maior que 18°C e presença de chuvas de inverno e outono. Há pouca variação da temperatura ao longo da costa, sendo a média anual do município segundo Furrier (2007) 25,6°C. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, na capital Paraibana fevereiro é considerado o mês mais quente e julho e agosto os meses mais frios (Figura 2). Quanto aos níveis de pluviosidade, junho é o mês com maior precipitação e novembro é considerado como o mês mais seco do ano (Figura 3).



**Figura 2. Dados de temperatura média para a cidade de João Pessoa entre os anos de 1961 a 1990**

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.



**Figura 3. Dados de precipitação para a cidade de João Pessoa entre os anos de 1961 a 1990**

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Diversas são as formações vegetais presentes na região litorânea de João Pessoa, dentre elas manguezais, formações pioneiras de praia, campos de restingas e falésias.

Morais (2009) descreve os manguezais como “formações vegetais que se desenvolvem em ambientes de intensa deposição, como os estuários, fundos de baías e na foz de rios”. A autora destaca que este tipo de vegetação é constantemente alagada pela ação das marés e está presente em um solo com pouco oxigênio, pouco compactado e com grande quantidade de sal e enxofre, o que a torna fisiologicamente adaptada para esse ambiente. De acordo com Furrier (2007) há quatro espécies presentes no local de estudo, são elas: mangue-vermelho, mangue-de-botão ou cinzento, mangue siriúba e mangue branco.

As formações pioneiras de praia são vegetações herbáceas adaptadas ao alto teor de salinidade. Quanto a localização Furrier (2007) afirma que estas “[...] ocupam faixas estreitas, separando o pós-praia dos terraços marinhos ou das falésias inativas, podendo, às vezes, atingir largura de até 100 m”. Estas são mais vulneráveis a ação das marés, o que as torna uma importante variável na identificação da erosão costeira. Há pouca diversidade de espécies e as mais comuns, segundo o autor, são a salsa-de-praia e a grama-de-praia.

Os campos de restingas estão presentes após a vegetação que sinaliza o início do pós-praia. Diferente da anterior, os campos de restinga estão presentes em solo

com menor salinidade e maior concentração de matéria orgânica, o que propicia uma maior abundância de espécies, entre elas o guajeru, o algodão-de-seda, o guizo-de-cascavel, o pinheiro-da-praia e outras (ROCHA, 1996 apud FURRIER, 2007).

A vegetação no sopé das falésias são espécies herbáceas e arbustivas habituadas a solos areno-argilosos pertencentes a Formação Barreiras e assim como a vegetação presente no pós-praia, esta também é considerado um indicativo de erosão nas falésias (FURRIER, 2007).

Conforme Reis (2008) a Formação Barreiras indica depósitos de sedimentos clásticos, com reduzido conteúdo fossilífero, que possuem cores vivas e são mal consolidados, incluindo areias, siltes, argilas com seixos e cascalhos. Na área de estudo, a Formação Barreiras é constituída por argilas coloridas e areias de cor vermelha, estas falésias são planas e possuem inclinação voltada para o mar.

Quanto a determinadas características particulares da Formação Barreiras no litoral Paraibano, Furrier (2007) afirma que é muito frequente encontrar na área de estudo:

“[...] a precipitação de oxi-hidróxido de ferro e alumínio nos sedimentos da Formação Barreiras, comumente observados nas falésias. Essas concentrações formam níveis de ferricretes duros em vários patamares e, principalmente, na base das mesmas. Os ferricretes, por apresentarem maior resistência à erosão, em alguns casos, formam terraços marinhos de abrasão e bancos rochosos, testemunho do recuo erosivo das falésias pela ação das ondas”.

Neste trabalho a análise foi feita separadamente por praias, no entanto, optou-se por delimitar em cada praia subáreas com características que diferem entre si, como intervenções antropogênicas, geologia e a distância da linha da costa da maré de sizígia. Tais características puderam ser determinadas a partir de um conhecimento prévio da área de estudo pela autora e também por imagens de satélite, onde pode se identificar quais regiões de uma mesma praia possui indícios de erosão.



**Figura 4. Mapa das praias do município de João Pessoa – PB**

Fonte: modificado de Google Earth (2016).

### 3.2 Metodologia

A presente pesquisa consiste na aplicação de uma metodologia formulada por Coelho et al. (2011), que propõe analisar a vulnerabilidade costeira de determinada região. Ela expressa-se a partir da classificação por notas para diversos parâmetros que influenciam na vulnerabilidade da costa.

A metodologia analisa nove parâmetros indicadores de vulnerabilidade costeira, sendo cada um deles subdivididos de acordo com suas próprias características. Para cada característica particular é atribuída uma nota específica que vai de um a cinco, representando as respectivas situações: muito baixa, baixa, moderada, elevada e muito elevada.

Quanto aos aspectos relacionados a ação do mar na região costeira, analisa-se a elevação topográfica, distância da linha da costa, máxima amplitude da maré, altura de onda significativa ao largo e taxas de erosão/acresção.

A elevação foi estabelecida sempre em pontos que indiquem o início do pós-praia e foi levantada com o auxílio do GPS Garmin ETREX 20. No entanto fez-se comparações de quatro pontos levantados com o GPS ProMark2 e com o Garmin ETREX 20, sendo as elevações similares em alguns pontos para ambos, assim por

haver limitações de disponibilidade do equipamento GPS ProMark2 para levantar todos os pontos necessários, seguiu-se medido com o GPS Garmin ETREX 20. Porém recomenda-se que tais dados sejam adquiridos com o GPS ProMark 2, por este possuir maior confiabilidade. De acordo com desenvolvedor o GPS Garmin ETREX 20 é capaz de rastrear satélites GPS e GLONASS, e quando são usados ambos os satélites, o receptor consegue capturar 24 satélites a mais do que quando é usado apenas o GPS.

A distância da linha da costa foi determinada baseando-se nas feições locais de cada ambiente, como a base de falésias vivas, a vegetação presente no pós-praia e estrutura artificiais costeiras paralelas à praia. Essa distância foi medida em diversos pontos e calculada uma média para cada área estudada, sendo realizada sempre na maré baixa de sizígia.

Para determinar a máxima amplitude da maré, é utilizado a maior diferença entre os níveis de uma preia-mar e de uma baixa-mar. Essa diferença foi definida a partir da análise das previsões de marés do ano de 2016 fornecidos pelo Porto de Cabedelo, assim como por meio de estudos já realizados.

A altura de onda significativa ao largo corresponde a média da terça parte das maiores ondas registradas em um determinado período de tempo. Pela indisponibilidade de equipamentos de boias altimétricas que levantem dados de altura de ondas nas dez praias do município, admitiu-se um valor referente ao encontrado no Estudo de Impacto Ambiental para redução e contenção da erosão costeira nas praias do Cabo Branco e Seixas. O INPH (2001, apud FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL, 2011) determinou que na área de estudo “a altura significativa da onda raramente excede a 3,0 m”.

As taxas de erosão ou acresção em m/ano foram determinadas por REIS (2008). Para esta análise a autora define um “proxy”, ou seja, a linha da costa que servirá de referência para delimitar as taxas de erosão/acresção. Os valores utilizados no presente trabalho serão considerados em um horizonte de tempo de 20 anos (1985-2005).

**Tabela 1. Classificação de parâmetros de vulnerabilidade relacionados com a ação do mar**

<b>VULNERABILIDADE</b>	<b>Muito Baixa</b>	<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Elevada</b>	<b>Muito Elevada</b>
<b>NOTA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>ET</b> - Elevação topográfica (m)	>30	>20 ≤30	>10 ≤20	>5 ≤10	≤5
<b>DC</b> – Distância da linha da costa (m)	>1000	>200 ≤1000	>50 ≤200	>20 ≤50	≤20
<b>AM</b> – Máxima amplitude de maré (m)	<1.0	≥1.0 <2.0	≥2.0 ≤4.0	>4.0 ≤6.0	>6.0
<b>HS</b> – Altura de onda significativa ao largo (m)	<3.0	≥3.0 <5.0	≥5.0 <6.0	≥6.0 <6.9	≥6.9
<b>EA</b> – Taxas de erosão/acresção (m/ano)	>0 acresção	>-1 ≤0	>-3 ≤-1	>-5 ≤-3	≤-5 erosão

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2011).

Os parâmetros analisados decorrentes das características naturais e antrópicas das zonas costeiras são: geologia, geomorfologia, revestimento do solo e intervenções antrópicas.

Para Coelho et al. (2011) classificar a vulnerabilidade da zona costeira quanto a geologia “baseia-se no comportamento e na escala de dureza dos minerais que os constituem”, assim, quão menor a dureza da rocha for mais vulnerável será a área.

A geomorfologia local é determinada de acordo com o tipo de ambiente costeiro analisado, podendo se distinguir em zonas com presença montanhas, de falésias rochosas, falésias erodíveis/praias abrigadas, praias expostas/planícies ou ambientes com dunas, restingas ou estuários.

O revestimento do solo é caracterizado pelo tipo de uso e ocupação da área em que a praia está localizada, podendo variar entre florestas, áreas com vegetação rasteira ou solo cultivado, locais onde não há revestimento do solo e praias em áreas urbanizadas, seja rural ou industrial.

As intervenções antrópicas baseiam-se na presença de obras costeiras que interfiram na dinâmica praial e na eficiência desta. Além disso, deve-se considerar o balanço sedimentar local, ou seja, se há redução ou não da disponibilidade sedimentar da praia.

**Quadro 1. Classificação de parâmetros de vulnerabilidade relacionados com as características naturais e antropogênicas das zonas costeiras**

VULNERABILIDADE		GL – Geologia	GM – Geomorfologia	RS – Revestimento do solo	IA – Intervenções antropogênicas
1	Muito Baixa	Rochas Magmáticas	Montanhas	Floresta	Intervenções de estabilização da linha da costa
2	Baixa	Rochas metamórficas	Arribas rochosas	Vegetação rasteira, solo cultivado	Intervenções sem redução nas fontes sedimentares
3	Moderada	Rochas sedimentares	Arribas erodíveis, praias abrigadas	Solo não revestido	Intervenções com redução nas fontes sedimentares
4	Elevada	Sedimentos grosseiros não consolidados	Praias expostas, planícies	Urbanizado rural	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares
5	Muito Elevada	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Urbanizado industrial	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2011).

O método considera a importância relativa diversa de cada parâmetro, sendo assim a classificação é ponderada com diferentes pesos. Coelho et al. (2011) acredita que a relevância de cada parâmetro pode variar no espaço, tornando difícil determinar com precisão os critérios de ponderação.

Assim, são estabelecidas três formas de ponderação distintas. A “Ponderação 1” apresenta peso igual (1/9) para todos os parâmetros estudados, sendo ela a média dos resultados encontrados para cada parâmetro.

A “Ponderação 2” considera a seguinte classificação: elevação topográfica (1/10), distância da linha da costa (2/10), máxima amplitude da maré (0,5/10), altura de onda significativa ao largo (1/10), taxas de erosão/acresção (1/10), geologia (2/10), geomorfologia (1/10), revestimento do solo (0,5/10) e intervenções antrópicas (1/10).

A “Ponderação 3” atribui os pesos em ordem crescente dos parâmetros em: revestimento do solo (1/45), máxima amplitude da maré (2/45), taxas de erosão/acresção (3/45), geomorfologia (4/45), máxima altura de onda significativa ao

largo (5/45), intervenções antrópicas (6/45), elevação topográfica (7/45), distância da linha da costa (8/45) e geologia (9/45).

**Tabela 2. Classificação dos parâmetros quanto as ponderações**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>PONDERAÇÃO 1</b>	<b>PONDERAÇÃO 2</b>	<b>PONDERAÇÃO 3</b>
Elevação topográfica	1/9		
Distância da linha da costa	1/9		
Máxima amplitude da maré	1/9		
Altura de onda significativa ao largo	1/9		
Taxas de erosão/acresção	1/9		
Geologia	1/9		
Geomorfologia	1/9		
Revestimento do solo	1/9		
Intervenções antropogênicas	1/9		

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2011)

Assim, a análise final dos resultados obtidos para cada ponderação é feita considerando as seguintes premissas apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3. Intervalos de classificação da vulnerabilidade costeira**

<b>VULNERABILIDADE</b>	<b>NOTA</b>
Vulnerabilidade muito elevada (VME)	$VME \geq 4,5$
Vulnerabilidade elevada (VE)	$3,5 \leq VE < 4,5$
Vulnerabilidade moderada (VM)	$2,5 \leq VM < 3,5$

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2011)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Praia do Bessa

A praia do Bessa está localizada no bairro do Bessa (Figura 5) e Jardim Oceania (Figura 6). A praia situa-se no extremo norte de João Pessoa e faz fronteira com o município de Cabedelo.



**Figura 5. Mapa do bairro do Bessa, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)



**Figura 6. Mapa do bairro Jardim Oceania, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)

Para obtenção dos resultados, a praia foi delimitada em três áreas distintas, conforme a Figura 6, sendo cada uma delas analisada separadamente.



**Figura 7. Delimitação das áreas para análise na praia do Bessa, João Pessoa – PB**

Fonte: modificado de Google Earth (2016).

A Área 1 inicia-se na desembocadura do Rio Jaguaribe e termina no começo da Av. Arthur Monteiro Paiva. Ao longo de todo o trecho é evidenciado a existência de um pós-praia bem definido com vegetação rasteira na berma, conforme registro fotográfico (Figura 7).



**Figura 8. Berma da Área 1' na praia do Bessa, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

Na Área 2 foram identificados inúmeros indicativos de erosão por todo o trecho, além de possuir seu pós-praia invadido por residências particulares. O trecho se inicia com a presença de dois muros de gabiões, conforme Figura 8a.

Ainda na Área 2 observou-se que diversas residências constroem estruturas com o objetivo de conter o avanço do mar e seu processo erosivo em áreas particulares (Figura 8b). No entanto, tais intervenções construídas sobre a face de praia sem o estudo necessário não possuem eficiência de defesa costeira comprovada.



(a)



(b)

**Figura 9. (a) Muro de gabião na praia do Bessa, João Pessoa – PB; (b) Intervenções antrópicas para conter o avanço do mar na praia do Bessa, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

Dentre outros indicativos de erosão, identificou-se a presença de raízes expostas devido a remoção de areias praias, ou seja, em decorrência do déficit sedimentar local. Além deste, há também a destruição de estruturas artificiais erguidas com o propósito de diminuir os impactos causados pela erosão (Figuras 9).



(a)



(b)

**Figura 10. (a) Consequências da erosão costeira na praia do Bessa; (b) Raízes de coqueiro expostas na praia do Bessa, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

A sotavento verificou-se a existência de esporões dispostos transversalmente, que possuem função de acumular sedimentos a montante da estrutura e consequentemente causar processos erosivos na praia a jusante (Figuras 10).



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 11. (a), (b), (c), (d) Obras de defesa costeira construídas na praia do Bessa, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

Por fim, constatou-se que toda a extensão da Área 2 é desprovida de pós-praia definido e contém obras de defesa costeira em toda sua região.

A Área 3 é caracterizada por possuir grande extensão de vegetação na região de berma, o que não evidencia a ocorrência de erosão nestes locais (Figura 11). Com exceção de um restaurante construído no início da área e de quadras de areia esportiva, onde em ambos a vegetação foi eliminada. Observou-se também que em determinados locais havia o afloramento de raízes de coqueiros.



(a)



(b)



(c)

**Figura 12. (a), (b), (c) Pós-praia da Área 3 da praia do Bessa, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (26/01/2017).

Para avaliar a distância média da linha da costa, realizou-se medições em diversos pontos durante a maré baixa de sizígia dos dias 17/09/2016 e 12/01/2017. Para as Áreas 1, 2 e 3, tal distância foi de 69,96 m, 32,22 m e 55 m respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4. Distância média da linha da costa da praia do Bessa, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa
Área 1	296480.43 mE, 9219445.15 mN	65,4 m
	296587.37 mE, 9219058.13 mN	67,9 m
	296747.93 mE, 9218718.32 mN	71,5 m
	296870.22 mE, 9218530.67 mN	78 m
	296955.56 mE, 9218435.88 mN	67 m
	<b>Média</b>	<b>69,96 m</b>
Área 2	297485.77 mE, 9217969.68 mN	25,7 m

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa
	297824.62 mE, 9217723.59 mN	31,5 m
	297890.07 mE, 9217434.28 mN	34,1 m
	297869.04 mE, 9217051.29 mN	37,6 m
	<b>Média</b>	<b>32,22 m</b>
	297774.92 mE, 9216869.68 mN	50,5 m
	297622.09 mE, 9216456.08 mN	52,9 m
<b>Área 3</b>	297550.63 mE, 9216252.07 mN	50,7 m
	297464.04 mE, 9215686.10 mN	71 m
	297520.31 mE, 9215229.41 mN	49,9 m
	<b>Média</b>	<b>55 m</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Para a Área 1 a elevação topográfica foi de 3 m, sendo medida no início do pós-praia com vegetação rasteira, localizado na coordenada UTM 296958.53 mE e 9218432.61 mN. Na Área 2 a altitude foi de 2,43 m na coordenada UTM 297879.74 mE e 9217383.66 mN e a Área 3 apresentou elevação de 2,74 m na coordenada UTM 297466.56 mE, 9215689.79 mN.

As taxas de erosão ou acresção para cada área estudada na praia do Bessa foram delimitadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 297621 mE e 9219077 mN para a Área 1, 297858 mE e 9217808 mN para a Área 2 e 297547 mE e 9215999 mN para a Área 3 (REIS, 2008).

De acordo com tais taxas observa-se que a Área 1 e a Área 3 sofreram processos de acresção, em contrapartida na Área 2 tem-se processos erosivos apesar da mesma possuir diversas obras costeiras ao longo de todo o trecho.

Quanto a geomorfologia, revestimento do solo e intervenção antrópica, a praia do Bessa é respectivamente semi-exposta (MMA, 2004), urbanizada e há presença de intervenções em apenas uma das áreas estudadas, sendo esta a que está sofrendo maior ação erosiva. Já em relação a geologia, Reis (2008) constatou que os sedimentos da praia oscilam entre granulometria de areias média a finas.

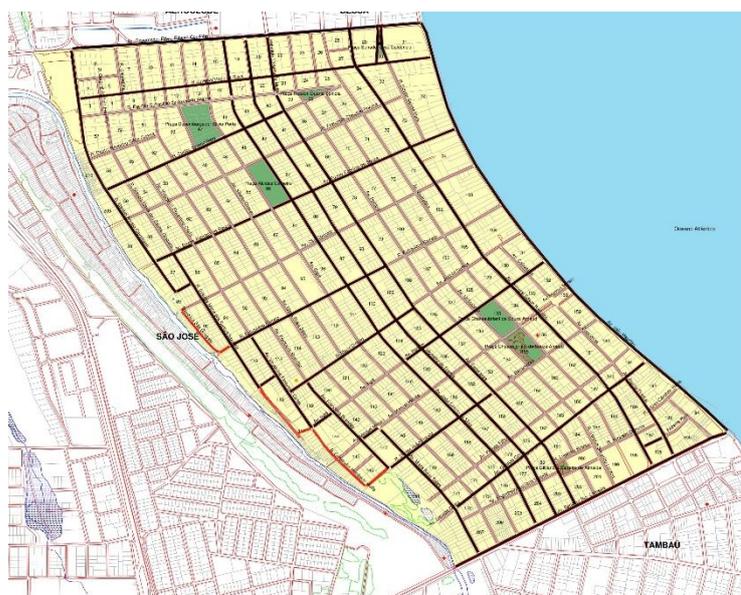
**Tabela 5. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Bessa, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Bessa								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	3	69,96	2,8	1	+0,18	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares
Área 2	2,43	32,22	2,8	1	-0,90	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Intervenções com redução nas fontes sedimentares
Área 3	2,74	55	2,8	1	+0,69	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.2 Praia de Manaíra

A praia de Manaíra, localiza-se no bairro de mesmo nome e se inicia ao final da Av. Gov. Flávio Ribeiro Coutinho, prosseguindo até seu término ao final da Av. Rui Carneiro (Figura 12).



**Figura 13. Mapa do bairro de Manaíra, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)

Para a análise, a praia de Manaíra foi dividida em duas áreas diferentes, conforme Figura 13.



**Figura 14. Delimitação das áreas para análise na Praia de Manaíra, João Pessoa – PB**

Fonte: modificado de Google Earth (2016).

Na Área 1 a presença de vegetação rasteira no pós-praia é predominante em toda extensão do trecho, não possuindo assim sinais visíveis de erosão. Essa área está compreendida entre o fim da praia do Bessa (Av. Gov. Flávio Ribeiro Coutinho) seguindo até a Av. Ingá (Figura 14).



(a)



(b)

**Figura 15. (a) Início da praia de Manaíra, João Pessoa - PB; (b) Final da “Área 1” delimitada na praia de Manaíra, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

Na Área 2 são evidenciados indicadores de erosão em quase todo o trecho. Grande parte dessa erosão é causada pela presença do Hotel Tambaú, localizado na praia de Tambaú e construído na década de 1970 sobre a face de praia. A estrutura atua como um molhe, ocasionando o acúmulo de sedimentos ao sul do hotel e ao norte acentuada erosão na praia de Manaíra (Figura 15).

Dentre as intervenções antrópicas utilizadas para impedir que esse processo de erosão ocorra, construiu-se gabiões ao longo de praia, como também um muro de arrimo. No entanto, parte dessas obras costeiras atualmente encontram-se danificadas por não haver uma correta manutenção e preservação das estruturas (Figura 16).



**Figura 16. Sedimentos acumulados ao sul do Hotel Tambaú na praia de Tambaú, João Pessoa -PB**

Fonte: Furrier (2004).



**Figura 17. Muro de arrimo e resquícios de gabiões na praia de Manaíra, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (07/09/2016).

Em 2013, durante uma maré alta de 2,5 m foram registradas árvores sendo derrubadas e calçadas quebradas ao norte do Hotel Tambaú, devido a ação das ondas.



(a)



(b)

**Figura 18. (a) Consequências de uma ressaca na praia de Manaíra, João Pessoa - PB; (b) Ondas invadindo a orla da praia de Manaíra, João Pessoa – PB**

Fonte: G1 Paraíba (13/03/2013).

De acordo com as medições realizadas na maré baixa de sizígia (15/10/2016), a distância média da linha da costa da Área 1 e da Área 2 é de 49,76 m e 44,13 m respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6. Distância média da linha da costa da praia de Manaíra, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Área 1	297564.18 mE, 9215040.85 mN	40,1
	297661.37 mE, 9214742.16 mN	49,9
	297871.44 mE, 9214396.80 mN	59,3
	<b>Média</b>	<b>49,76</b>
Área 2	298131.95 mE, 9214093.12 mN	56,4
	298346.77 mE, 9213913.01 mN	39,7
	298525.83 mE, 9213780.00 mN	36,3
	<b>Média</b>	<b>44,13</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Torna-se perceptível que as medições feitas em locais com maior proximidade ao Hotel Tambaú possuem a distância da linha da costa menor, sendo este um indicador da influência da estrutura na dinâmica praial.

A elevação topográfica da Área 1 e da Área 2 foram medidas respectivamente nas coordenadas UTM 297669.26 mE, 9214722.81 mN e 298331.62 mE,

9213925.398 mN. Para o primeiro ponto, a elevação foi de 3,96 m e para o segundo ponto foi de 2,43 m.

As taxas de erosão ou acresção para as duas áreas analisadas na praia de Manaíra foram delimitadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 297969.00 mE, 9214389.00 mN para a Área 1 e 298324.00 mE e 9214030.00 mN para a Área 2 (REIS, 2008).

No que se refere a geomorfologia, ao revestimento do solo e a intervenção antrópica, a praia de Manaíra é exposta, urbanizada e há presença de intervenção humana na Área 2, porém ambas sofrem processos erosivos. Quanto a geologia, Reis (2008) constatou que os sedimentos da praia possuem granulometria predominante de areias média, porém variando mensalmente em areias finas.

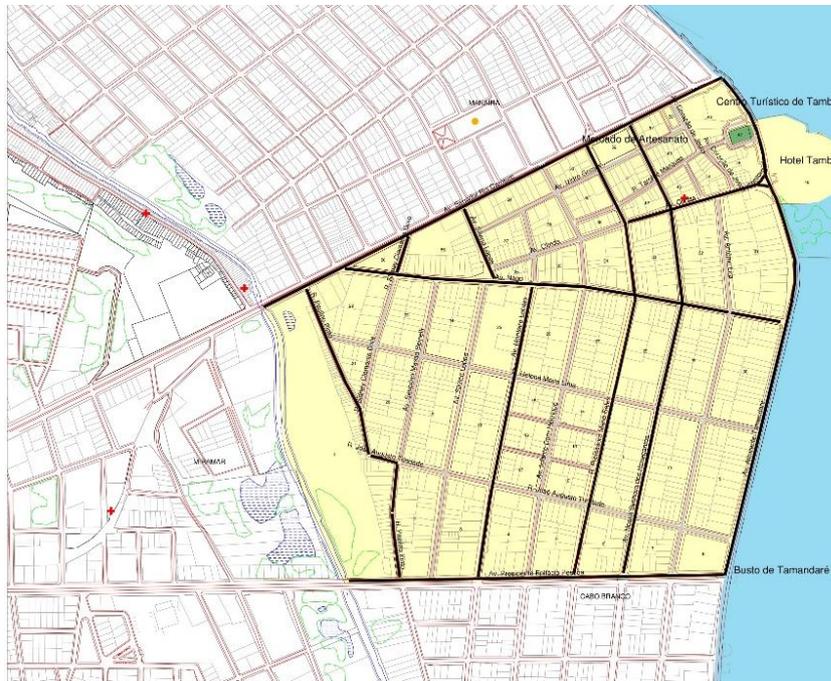
**Tabela 7. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Manaíra, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Manaíra								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	3,96	49,76	2,8	1	-0,75	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares
Área 2	2,43	44,13	2,8	1	-0,88	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Intervenções com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

### 4.3 Praia de Tambaú

A praia de Tambaú, localizada no bairro de mesmo nome, é limitada ao norte pela Av. Rui Carneiro e ao sul pela Av. Pres. Epitácio Pessoa (Figura 18).



**Figura 19. Mapa do bairro de Tambaú, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)

A praia de Tambaú é relativamente pequena comparada as anteriores e em toda sua região há vegetação nativa bem conservada e extensa no pós-praia. No entanto, em determinados locais houve a retirada da vegetação para instalação de estabelecimentos comerciais, como restaurantes e bares.



(a)



(b)

**Figura 20. (a) e (b) Pós-praia da praia de Tambaú, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (26/01/2017)

A distância média da linha da costa da praia de Tambaú foi calculada considerando as medições realizadas na maré baixa de sizígia do dia 17 de outubro de 2016. O valor obtido de tal distância média foi de 54,8 m (Tabela 8).

**Tabela 8. Distância média da linha da costa da praia de Tambaú, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Praia de Tambaú	298781.28 mE, 9213580.93 mN	47,5
	298773.15 mE, 9213138.53 mN	55,6
	298679.09 mE, 9212794.57 mN	61,3
	<b>Média</b>	<b>54,8</b>

Fonte: elaborado pela autora.

A elevação topográfica foi medida nas coordenadas UTM 298680.47 mE, 9212780.18 mN, e o valor obtido foi de 2,13 m.

De acordo com Reis (2008), a taxa de erosão/acresção em m/ano no horizonte de 1985 a 2005, medida nas coordenadas UTM 298868 mE, 9213412 mN foi de -0,56m/ano. Reis (2008) determinou, com base nos intervalos definidos por Santos (2004) para o deslocamento da linha da costa, que tal valor pode ser classificado como erosivo.

Ambos autores, Reis (2008) e Furrier (2007) acreditam que a construção do Hotel Tambaú alterou a dinâmica costeira sedimentar e de correntes litorâneas das praias de Tambaú e Manaíra. Assim, foi considerado o hotel na análise do parâmetro 'Intervenções Antrópicas' proposto por Coelho et al. (2011).

A praia de Tambaú, assim como as anteriores, é exposta e urbanizada. Reis (2008) analisando a granulometria de Tambaú, constatou que a areia da praia é predominantemente média.

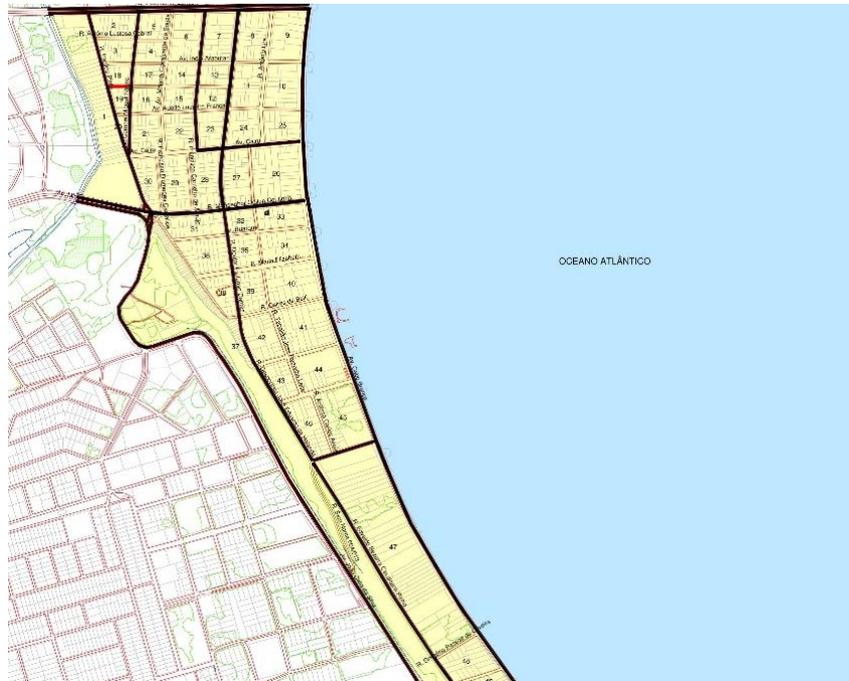
**Tabela 9. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Tambaú, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Tambaú								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Praia de Tambaú	2,13	54,8	2,8	1	-0,56	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Intervenções com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.4 Praia do Cabo Branco

Localizada no bairro do Cabo Branco (Figura 20), a praia homônima foi dividida em duas regiões para a realização do estudo (Figura 21): a Área 1 ao norte, fazendo fronteira com a praia de Tambaú e a Área 2 na porção sul da praia.



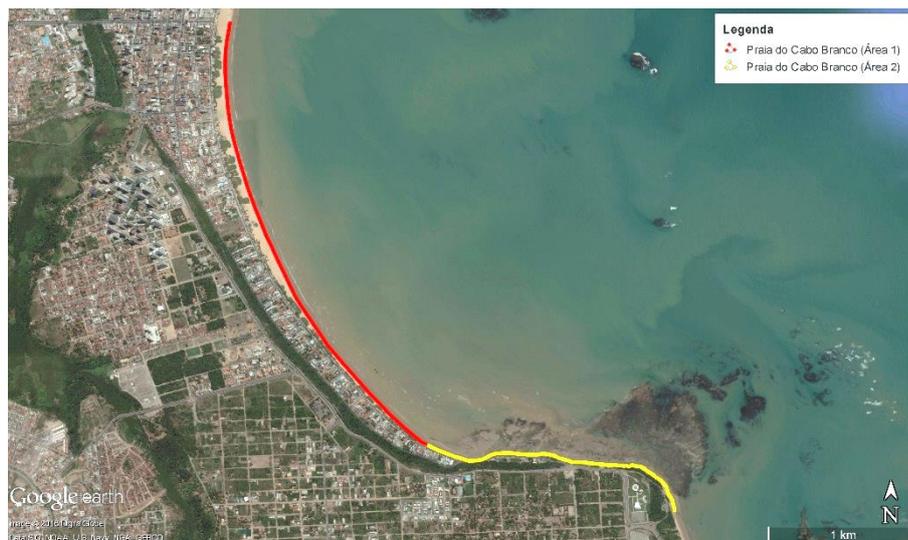
(a)



(b)

**Figura 21. (a) e (b) Mapa do bairro do Cabo Branco, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)



**Figura 22. Delimitação das áreas para análise na praia do Cabo Branco, João Pessoa - PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

Na porção norte da praia do Cabo Branco, denominada Área 1, foram evidenciados além de uma ampla face de praia, um pós-praia nitidamente definido, com distâncias de até 27m da vegetação rasteira até a crista da berma.

Parte dessa abundância sedimentar da praia é proveniente da fragmentação da barreira do Cabo Branco ao sul, responsável por transportar sedimentos por meio da deriva litorânea.



(a)



(b)

**Figura 23. (a) e (b) Praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB**

Fonte: arquivo pessoal (30/01/2017)

A Área 2 se inicia em frente a Rua Srg. Nunes, onde há a existência de um muro de gabião para proteção contra a força das marés de sizígia (Figura 23). Além deste, há muros de arrimo seguindo até o final da praia, onde está localizada a Praça

de lemanjá, esta já parcialmente destruída pela ação das ondas (Figura 24). O pós-praia é composto por avenidas, restaurantes, bares, hotéis e residências.



**Figura 24. Muro de gabião no início da Área 1 da praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (30/01/2017)



(a)



(b)

**Figura 25. (a) e (b) Destrução da Praça de lemanjá causada pela ação das ondas na Praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (30/01/2017)

Esta região é caracterizada por possuir vastos terraços de abrasão marinha, como consequência da erosão da falésia do Cabo Branco nas praias seguintes (Figuras 25 e 26).



**Figura 26. Falésia do Cabo Branco, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (30/01/2017)



(a)



(b)

**Figura 27. Formação de terraços de abrasão marinha causados pela fragmentação da Falésia do Cabo Branco, em João Pessoa – PB.**

Fonte: autora (30/01/2017)

A elevação topográfica da Área 1 e da Área 2 foram medidas respectivamente nas coordenadas UTM 299256.19 mE, 9210599.88 mN e 300218.83 mE, 9209742.81 mN. Para a primeira área, a elevação encontrada foi de 2,74 m e para a segunda área 2,13 m.

A distância média da linha da costa da praia do Cabo Branco foi calculada considerando as medições realizadas na maré baixa de sizígia dos dias 16 de outubro de 2016 e 12 de janeiro de 2017. Para a Área 1 foram medidos seis locais distintos, obtendo uma média da distância da face praias de 55,21 m. Na Área 2 as medições foram feitas em três pontos, resultando em um valor médio de 73 m (Tabela 10).

**Tabela 10. Distância média da linha da costa da praia do Cabo Branco, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Área 1	298629.50 mE, 9212306.45 mN	69,5
	298697.75 mE, 9211835.88 mN	59,5
	298878.84 mE, 9211299.61 mN	57,4
	299145.32 mE, 9210763.69 mN	45,2
	299488.51 mE, 9210301.06 mN	53,9
	299830.02 mE, 9209953.89 mN	45,8
	<b>Média</b>	<b>55,21</b>
Área 2	300159.08 mE, 9209766.94 mN	44,8
	300515.75 mE, 9209779.40 mN	101,2
	<b>Média</b>	<b>73</b>

Fonte: elaborado pela autora.

As taxas de erosão/acresção para ambas as áreas analisadas na praia do Cabo Branco foram calculadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 299226.00mE, 9210743.00mN para a Área 1 e 300893.00mE e 9209816.00mN para a Área 2 (REIS, 2008).

Em relação aos parâmetros de geomorfologia, de revestimento do solo e de intervenções antrópicas, Cabo Branco é uma praia exposta, urbanizada e há intervenção antrópica na Área 2, área esta que foram constatados processos erosivos. A respeito das análises sedimentares feitas por Reis (2008), a autora verificou que em Cabo Branco há variação entre areias muito finas a médias e indica um aumento do diâmetro médio em direção ao sul da região. Furrier (2007) também afirma que a praia estudada possui granulometria predominantemente de areia fina.

**Tabela 11. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Cabo Branco, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da Praia do Cabo Branco								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	2,74	55,21	2,8	1	+1,95	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da Praia do Cabo Branco								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 2	2,131	73	2,8	1	-0,69	Sedimentos finos não consolidados	Praia exposta, planície	Urbanizado ou industrial	Intervenções com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.5 Praia do Seixas

O ponto mais oriental de todo continente americano está situado na praia do Seixas, possuindo 900m de extensão no bairro de Ponta do Seixas.



**Figura 28. Mapa do bairro de Ponta do Seixas, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)

Considerando as diferenças quanto aos processos erosivos encontrados nas vistorias, a praia do Seixas foi dividida em duas áreas, conforme Figura 28.



**Figura 29. Delimitação das áreas para análise na praia do Seixas, João Pessoa - PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

A Área 1 se inicia ainda na falésia do Cabo Branco com grandes indícios de erosão costeira em todo seu comprimento (Figura 29). Dentre esses indícios, o pontal arenoso é caracterizado pela ausência de vegetação e sofre com a ação constante das ondas no pé da falésia viva, ocasionando o desmoronamento de blocos por faltar apoio em sua base. Os materiais, incluindo árvores de grande porte, se acumulam no sopé da falésia e são posteriormente levados pela ação das ondas, formando terraços de abrasão marinha e dando continuidade ao processo erosivo.

Tal processo vem provocando o recuo da falésia, sendo este acelerado por ações antrópicas por meio da ocupação humana, como rodovias, que segundo Filho et al. (2011) gera vibração decorrente do trânsito, afetando a estrutura física da falésia. Além das rodovias, há presença de construções de grandes empreendimentos, como a Estação Ciência e seu Anexo, que além de aumentar a fragilidade à desestruturação da falésia, retira a vegetação que é responsável por proteger e dar mais fixação ao terreno.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

**Figura 30. (a), (b), (c), (d), (e), (f) Processo erosivo da falésia viva do Cabo Branco em João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/10/2016)

Mais ao sul, a partir da Praça Sol Nascente, localiza-se o ponto mais oriental das Américas. Nesta área os sinais de erosão também são visíveis, causando a destruição de estabelecimentos comerciais e tombando árvores.

Apesar de ser a ponta mais oriental das Américas e conseqüentemente uma área de suposto interesse turístico, não há ações do poder público que vise preservar o local. Faltam medidas que objetivem conter o avanço do mar e padronizar ou realocar os comércios presentes, assim melhorando as condições do turismo na região (Figura 30).

Assim, os proprietários destes estabelecimentos e das residências locais utilizam seus próprios meios de defesa costeira, causando poluição visual por meio da alteração da paisagem local (Figura 31).



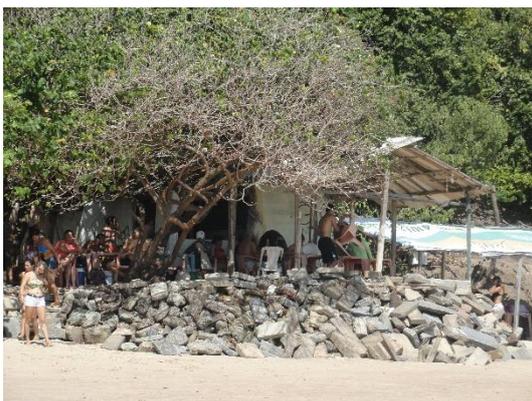
(a)



(b)

**Figura 31. (a) e (b) Impactos da erosão costeira nos comércios locais da praia do Seixas, em João Pessoa – PB.**

Fonte: autora (15/10/2016)



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 32. (a), (b), (c) Obras para contenção do avanço do mar na praia dos Seixas, em João Pessoa – PB; e (d) Afloramento das raízes dos coqueiros na praia do Seixas, em João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/10/2016)

A Área 2, localizada na porção sul da praia do Seixas, até a desembocadura do rio Cabelo (Figura 32), não apresenta indicadores de erosão costeira, possuindo pós-praia delimitado por vegetação de restinga.



**Figura 33. Desembocadura do rio Cabelo limitando o sul da praia do Seixas com a praia da Penha, em João Pessoa – PB.**

Fonte: arquivo pessoal (15/10/2016)

A distância média da linha da costa foi realizada conforme medições feitas durante a maré baixa de sizígia (15/10/2016). Para a Área 1 tal distância foi de 29,3 m e para a Área 2 o valor obtido foi de 53,75 m (Tabela 12).

**Tabela 12. Distância média da linha da costa da praia do Seixas, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa
Área 1	301646.27 mE, 9209451.13 mN	36,9
	301733.47 mE, 9209185.48 mN	40,8
	301979.45 mE, 9208712.29 mN	10,2
	<b>Média</b>	<b>29,3 m</b>
Área 2	301865.73 mE, 9208328.61 mN	40,3
	301728.92 mE, 9207917.30 mN	67,2
	<b>Média</b>	<b>53,75</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Para a Área 1 a elevação topográfica foi de 2,74 m na coordenada UTM 301936.92 mE e 9208731.99 mN. Na Área 2 a altitude foi de 3 m, sendo medida no início do pós-praia com vegetação rasteira, localizado na coordenada UTM 301824.81 mE e 9208208.04 mN.

As taxas de erosão/acresção para cada área analisada na praia do Seixas foram determinadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 302029 mE e 9208758 mN para a Área 1, 301883 mE e 9208249 mN para a Área 2 (REIS, 2008).

Os sedimentos da praia possuem granulometria predominantemente fina (REIS, 2008). Quanto aos aspectos referentes a geomorfologia, ao revestimento do solo e a presença de intervenção antrópica verificou-se que: a Área 1 é uma praia com falésias (arribas) erodíveis e a Área 2 é uma praia expostas, ambas as áreas são classificadas como urbanizadas e também sofrem processos erosivos, porém, apenas a Área 1 possui intervenções contra esta erosão.

**Tabela 13. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Seixas, João Pessoa -PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da Praia do Seixas								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	2,74	29,3	2,8	1	-1,99	Sedimentos finos não consolidados	Arribas erodíveis, praias abrigadas	Urbanizado ou industrial	Intervenções com redução nas fontes sedimentares Sem
Área 2	3	53,75	2,8	1	-0.50	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Urbanizado ou industrial	intervenções, com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.6 Praia da Penha

A praia da Penha (Figura 33), localizada entre o Rio Cabelo e o Rio Aratu, não possui sinais visíveis de processos erosivos. Verificou-se um pós-praia composto por vegetação pioneira em toda extensão da praia. No entanto, há presença de ocupação antrópica em alguns locais da porção norte da praia, conforme Figura 34.



**Figura 34. Mapa do bairro da Penha, João Pessoa – PB**

Fonte: PMJP (2012)



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 35. (a), (b), (c) Pós-praia da praia da Penha, João Pessoa – PB; e (d) Desembocadura do Rio Aratu, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (17/10/2016)

Para avaliar a distância média da linha da costa, realizou-se medições em três pontos distintos durante a maré baixa de sizígia do dia 17 de outubro de 2016. A distância média do perfil praiial encontrado foi de 41,6 m (Tabela 14).

**Tabela 14. Distância média da linha da costa da praia da Penha, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Praia da Penha	301721.94mE, 9207754.91mN	41,5
	301691.66mE, 9207587.67 mN	38,4
	301682.32mE, 9207262.68mN	45,1
	<b>Média</b>	<b>41,6</b>

Fonte: elaborado pela autora.

A elevação topográfica encontrada da praia foi de 3 m e foi medida na coordenada UTM 301687.63 mE, 9207507.02 mN.

A taxa de erosão ou acresção para a praia da Penha foi definida a partir do ponto localizado na seguinte coordenada UTM: 301732.00 mE, 9207413.00 mN. Reis (2008) constatou que durante o período analisado (1985-2005) não houve variação da linha da costa, sendo esse ponto considerado estável.

Referente a geomorfologia, ao revestimento do solo e a intervenções antrópicas, a praia da Penha é identificada respectivamente como exposta, urbanizada rural e sem presença de intervenções em toda extensão da praia. Quanto

a geologia, Reis (2008) verificou que os sedimentos da praia possuem granulometria predominante de areias média.

**Tabela 15. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia da Penha, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da Praia do Seixas								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
<b>Praia da Penha</b>	3	41,6	2,8	1	0	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Urbanizado rural	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.7 Praia do Arraial

A praia do Arraial situa-se no bairro Costa do Sol, tendo seu fim na desembocadura do rio Jacarapé. A praia foi delimitada em duas áreas distintas, conforme a Figura 35, sendo cada uma delas analisadas separadamente



**Figura 36. Delimitação das áreas para análise na praia do Arraial, João Pessoa – PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

A presença de indicativos de erosão na Área 1 da praia do Arraial é constatada em toda sua extensão. As construções tentam se proteger do avanço do mar usando pneus, madeira e entulhos. Raízes de coqueiros são observadas em diversos pontos e as falésias tem suas estruturas se desintegrando.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 37. Processo erosivo na Área 1 da praia do Arraial, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/11/2016)

A Área 2 é caracterizada por falésias em toda sua extensão, estas apresentam inúmeras características erosivas, como blocos rochosos em seu entorno, ausência de vegetação na face da falésia e lacunas em seu sopé causadas pela ação do mar. Além destes, há também a existência de terraços de abrasão marinha formados em frente a falésia, conforme Figura 37.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

**Figura 38. (a), (b), (c) Processo erosivo na falésia da praia do Arraial, João Pessoa – PB; (d) Distância da maré baixa de sizígia para a falésia da praia do Arraial, João Pessoa – PB; e (e) Terraço de abrasão marinha na praia do Arraial, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/11/2016)

A distância média da linha da costa foi medida durante a maré baixa de sizígia do dia 15 de novembro de 2016. Para a Área 1 tal distância foi de 43,8m e para a Área 2 o valor obtido foi de 33,8m (Tabela 16).

**Tabela 16. Distância média da linha da costa da praia do Arraial, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Área 1	301664.91 mE, 9206321.94 mN	40
	301661.55 mE, 9205769.47 mN	47,6
	<b>Média</b>	<b>43,8</b>
Área 2	301705.34 mE, 9205250.04 mN	28,7
	301797.77 mE, 9204413.25 mN	38,9
	<b>Média</b>	<b>33,8</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Para a Área 1 a elevação topográfica foi de 3 m na coordenada UTM 301657.02 mE e 9205883.60 mN. Na Área 2 a altitude foi de 3,35 m, sendo medida na coordenada UTM 301708.11 mE e 9204159.55 mN.

As taxas de erosão ou acreção para cada área estudada na praia do Arraial foram delimitadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 300800 mE e 9199776 mN para a Área 1 e 300691 mE e 9198773 mN para a Área 2 (REIS, 2008).

No que se refere a geomorfologia, ao revestimento do solo e a intervenção antrópica, ambas as áreas estudadas da praia do Arraial são classificadas como de dunas/restingas/estuários, possuem vegetação rasteira/solo cultivado e não há presença de intervenção antrópica, porém ambas sofrem processos erosivos.

**Tabela 17. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Arraial, João Pessoa - PB**

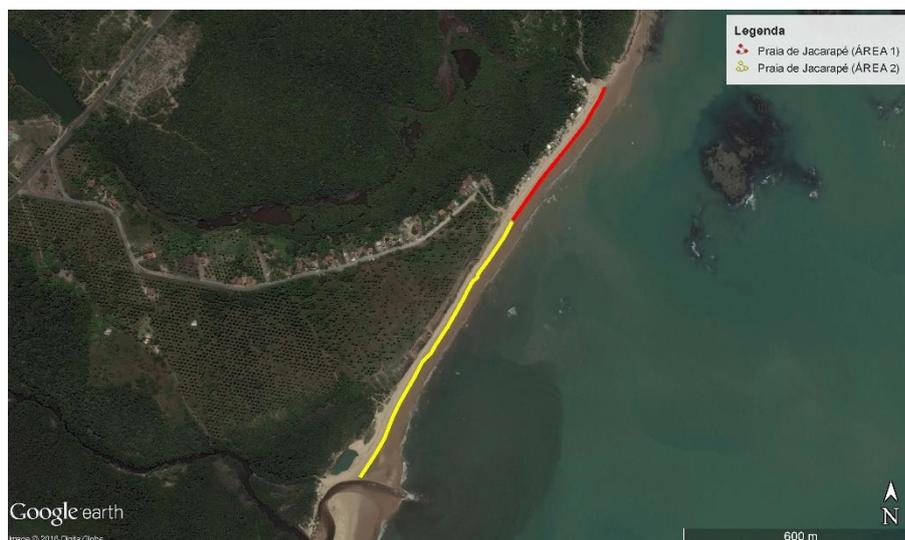
Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Arraial								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	3	43,8	2,8	1	-0,61	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Vegetação rasteira, solo cultivado	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Arraial								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 2	3,35	33,8	2,8	1	-0,64	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Vegetação rasteira, solo cultivado	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.8 Praia de Jacarapé

A praia de Jacarapé tem seu início ao sul do rio homônimo. As regiões estudadas foram divididas em duas porções, a Área 1 no extremo norte da praia e a Área 2 na porção sul (Figura 38).



**Figura 39. Delimitação das áreas para análise na praia de Jacarapé, João Pessoa – PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

Na Área 1 a presença de atividades antrópicas próximo a foz do rio Jacarapé é alta, com diversos estabelecimentos comerciais e residências particulares pertencentes a pescadores da região (Figura 39). Apesar da ocupação irregular, não há vestígios de processos erosivos ocorrendo na região.



(a)



(b)

**Figura 40. (a) e (b) Atividade antrópica na foz do rio Jacarapé, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/11/2016)

O pós-praia da Área 2 é caracterizado pela presença de falésias ativas com vegetação apenas em seu sopé. O trecho segue ao sul até a desembocadura do rio Cuiá, que diferente do rio Jacarapé, não há ações antrópicas na região (Figura 40).



(a)



(b)

**Figura 41. (a) Escarpas da Formação Barreiras da praia de Jacarapé; e (b) Foz do rio Cuiá, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (15/11/2016)

A análise da distância da linha da costa foi medida em dois pontos distintos, localizados na Área 1 e na Área 2, resultando em distâncias de 38,8m e 37,2m respectivamente.

**Tabela 18. Distância média da linha da costa da praia de Jacarapé, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Área 1	301587.30mE, 9204001.32mN	38,8
Área 2	301317.17mE, 9203595.45mN	37,2

Fonte: elaborado pela autora.

A elevação topográfica encontrada para a Área 1 foi de 2,7 m na coordenada UTM 301479.15 mE, 9203865.55 mN e 2,4 m para a Área 2 na coordenada 301398.68 mE, 9203728.83 mN.

De acordo com dados elaborados por Reis (2008), as taxas de erosão/acresção para a praia de Jacarapé foram delimitadas em dois pontos distintos, referentes as áreas de análise estudadas. Na Área 1 o local de análise se insere nas coordenadas UTM 301531.00mE e 9203929.00mN e na Área 2 as coordenadas UTM para o ponto observado são 301184.00mE e 9203315.00mN.

Quanto geomorfologia a Área 1 e a Área 2 da praia de Jacarapé foram classificadas como dunas/restingas/estuários, pelo seu contato direto com a foz dos rios Jacarapé e Cuiá. Quanto ao revestimento do solo, a Área 1 é considerada urbanizada rural a Área 2 possui vegetação rasteira/solo cultivado. Referente às intervenções antrópicas, a Área 1 é classificada como sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares e a Área 2 como sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares.

A respeito das análises sedimentares feitas por Reis (2008), a autora verificou que em Jacarapé há predomínio de areias médias, porém variando em alguns meses para areia fina médias.

**Tabela 19. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Jacarapé, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Jacarapé								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	2,7	38,8	2,8	1	+0.44	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Urbanizado rural	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares

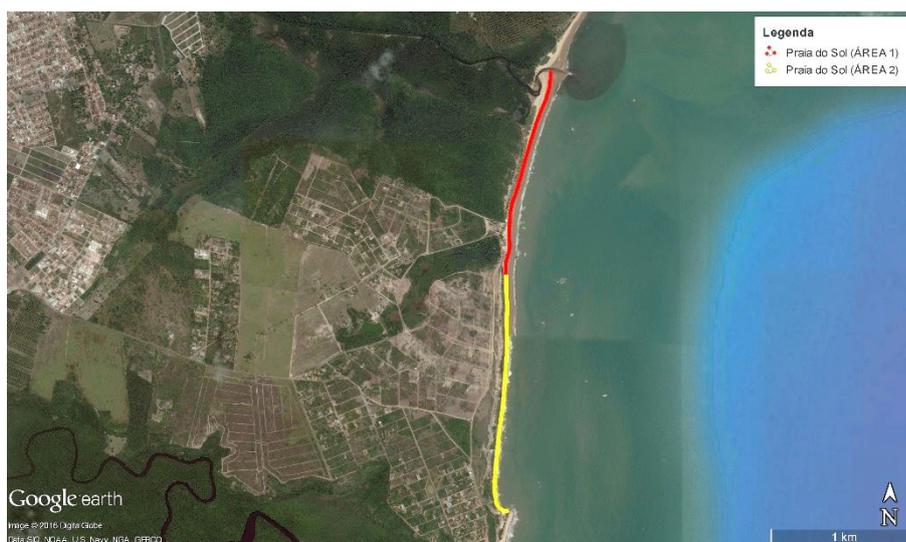
Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Jacarapé								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 2	2,4	37,2	2,8	1	-0.16	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Vegetação rasteira, solo cultivado	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.9 Praia do Sol

A praia do Sol se inicia ao sul da foz do rio Cuiá e segue em direção ao norte até o pontal que faz a divisa com a praia de Barra de Gramame.

Para obtenção dos resultados, a praia foi dividida em duas áreas distintas, conforme a Figura 41, sendo cada uma delas analisada separadamente.



**Figura 42. Delimitação das áreas para análise na praia do Sol, João Pessoa – PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

A porção sul da praia está inserida na Área 1, sendo essa caracterizada pela presença de falésias com face vegetada, possuindo em seu sopé presença de um pós-praia bem definido com vegetação rasteira, sendo este limitado com a praia por uma escarpa praial (Figura 42a).

O riacho Camurupim localiza-se na porção norte da Área 1 e recorta a praia do Sol ao meio. Nesta localidade há a existência de estabelecimentos comerciais

ocupando o pós-praia (Figura 42b), porém, ainda assim, é possível identificar as escarpas de praia nessas regiões onde há presença antrópica, conforme Figura 4.42c.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 43. (a) Pós-praia da praia do Sol; (b), (c) Presença de comércios na praia do Sol; e (d) Escarpa de praia próxima a restaurantes na praia do Sol, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (16/11/2016)

A Área 2 é composta por falésias inativas, pois não há contato direto delas com o mar, visto a cobertura de vegetação no sopé da falésia. No entanto, as falésias continuam sofrendo processos erosivos, conforme constatado nas Figuras 43a e b. Tais processos decorrem da desagregação do solo causada pela ausência de vegetação no topo da falésia e de uma rede de drenagem de águas pluviais (Figura 44).



(a)



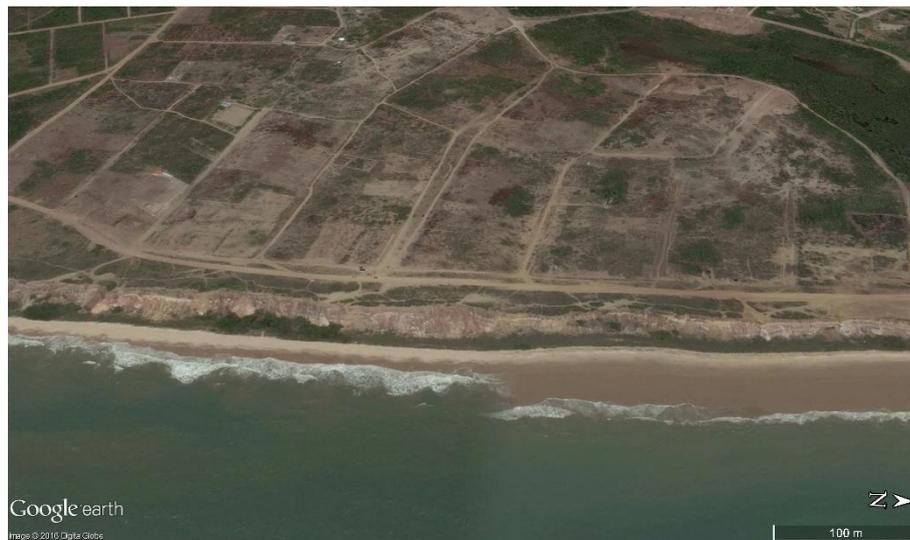
(b)



(c)

**Figura 44. (a), (b) Processo erosivo na falésia na praia do Sol; e (c) Pós-praia da praia do Sol, João Pessoa - PB**

Fonte: autora (16/11/2016)



**Figura 45. Uso inadequado do solo no topo da falésia na praia do Sol, João Pessoa – PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

A distância média da linha da costa foi medida durante a maré baixa de sizígia do dia 16 de novembro de 2016. Para a Área 1 tal distância foi de 39,8m e para a Área 2 o valor obtido foi de 48,4m (Tabela 20).

**Tabela 20. Distância média da linha da costa da praia do Sol, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Área 1	300924.36mE, 9202623.48mN	38,7
	300811.46mE, 9202206.94mN	40,9
	<b>Média</b>	<b>39,8</b>
Área 2	300763.60mE, 9201600.98mN	48,2
	300766.71mE, 9201123.08mN	48,7
	<b>Média</b>	<b>48,4</b>

Fonte: elaborado pela autora.

A elevação topográfica encontrada para a Área 1 foi de 2,13 m na coordenada UTM 300806.55 mE, 9202163.31 mN e 2,43 m para a Área 2 na coordenada 300764.22 mE, 9201696.77 mN.

As taxas de erosão ou acresção foram determinadas a partir de pontos localizados nas seguintes coordenadas UTM: 300840mE e 9202101 mN para a Área 1, 300802 mE e 9201022 mN para a Área 2 (REIS, 2008).

Reis (2008) verificou que os sedimentos da praia possuem granulometria variando de areias médias a finas. Quanto aos aspectos referentes a geomorfologia, verificou-se que: a Área 1 é uma praia de dunas/restingas/estuários e a Área 2 é uma praia com falésias (arribas) erodíveis. Em relação ao revestimento do solo a Área 1 é uma praia urbanizada rural e a Área 2 é uma praia com solo não revestido. Quanto a presença de intervenções antrópicas ambas as áreas são classificadas sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares, tendo a Área 2 uma redução muito pequena.

**Tabela 21. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Sol, João Pessoa - PB**

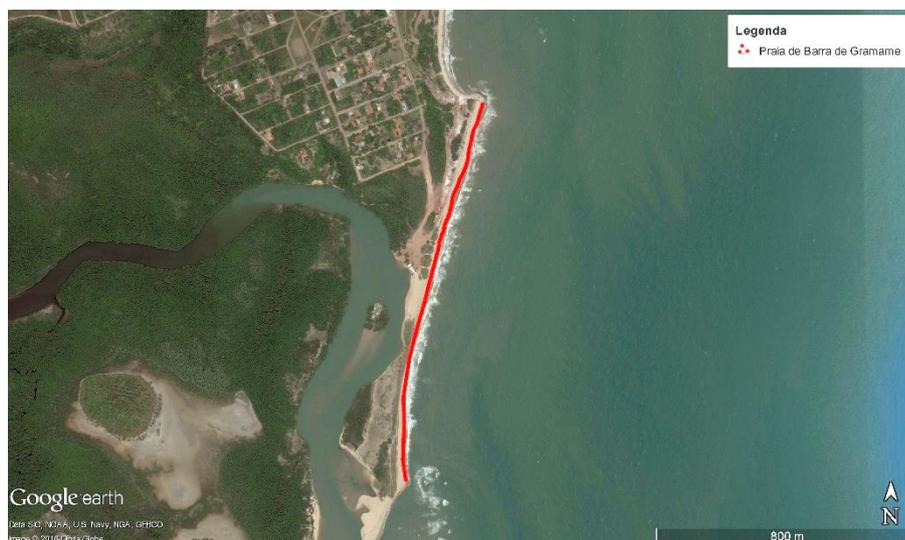
Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Sol								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 1	2,13	39,8	2,8	1	-0.82	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Urbanizada rural	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia do Sol								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Área 2	2,43	48,4	2,8	1	-0,06	Sedimentos finos não consolidados	Arribas erodíveis, praias abrigadas	Solo não revestido	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.10 Praia de Barra de Gramame

A praia de Barra de Gramame está situada no extremo sul do município de João Pessoa e é delimitada pela foz do rio Gramame e por um pontal com blocos derivados da falésia viva local.



**Figura 46. Delimitação da praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB**

Fonte: adaptado de Google Earth (2016)

A dinâmica costeira da praia de Barra de Gramame é influenciada pela ação flúvio-marinho local do rio Gramame com o mar. A porção norte da praia é formada por falésias vivas com pouca vegetação na face, tendo o pós-praia delimitado por escarpas praias (Figura 46).



**Figura 47. Escarpas praias da praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (16/11/2016)

Avaliando a distância média da linha da costa da região estudada, fez-se medições em dois pontos distintos durante a maré baixa de sizígia do dia 16 de novembro de 2016. A distância média encontrada foi de 43,5 m (Tabela 22).

**Tabela 22. Distância média da linha da costa da praia de Barra de Gramame, João Pessoa - PB**

LOCAL	Coordenadas UTM	Distância da linha da costa (m)
Praia de Barra de Gramame	300725.83mE, 9199790.26mN	47,2
	300655.83mE, 9199505.07mN	39,8
	<b>Média</b>	<b>43,5</b>

Fonte: elaborado pela autora.

A taxa de erosão ou acresção na praia é caracterizada pela dinâmica fluvial do rio Gramame, que origina uma barra arenosa entre a praia e o rio (Figura 47), resultando em variações instáveis da linha da costa ao longo do período analisado. O ponto determinado para estudo da variação da linha da costa está localizado nas coordenadas UTM 300800.00mE e 9199776.00mN (REIS, 2008).



**Figura 48. Pontal arenoso formado entre a foz do rio Gramame e o mar na praia de Barra de Gramame, João Pessoa – PB**

Fonte: autora (16/11/2016)

A elevação do terreno encontrada foi de 2,13 m na coordenada UTM 300703.87 mE e 9199737.01 mN

No que se refere a geomorfologia a praia de Barra de Gramame é de dunas/restingas/estuários e possui falésias (arribas) erodíveis, porém optou-se por classificá-la como dunas/restingas/estuários pois esta possui um maior valor de vulnerabilidade. Quando ao revestimento do solo e a intervenção antrópica Barra de Gramame possui vegetação rasteira/solo cultivado e não há intervenções, no entanto, houve redução nas fontes sedimentares no período avaliado por Reis (2008).

Quanto a geologia, Reis (2008) constatou que os sedimentos da praia possuem granulometria predominante de areias média.

**Tabela 23. Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Barra de Gramame, João Pessoa - PB**

Local	Parâmetros de Vulnerabilidade da praia de Barra de Gramame								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
<b>Praia de Barra de Gramame</b>	2,13	43,5	2,8	1	-0.61	Sedimentos finos não consolidados	Dunas, restingas, estuários	Vegetação rasteira, solo cultivado	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.11 Vulnerabilidade Costeira de João Pessoa - PB

A classificação da vulnerabilidade costeira de João Pessoa foi definida com base na associação dos nove parâmetros expostos na Tabela 3.2.1 e no Quadro 3.2.1 com os resultados encontrados para as dez praias estudadas do município.

A Tabela 24 atribui valores numéricos às características indicadoras de vulnerabilidade encontradas em campo.

**Tabela 24. Parâmetros de Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa - PB**

LOCAL	PARÂMETROS DE VULNERABILIDADE									
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA	
Praia do Bessa (ÁREA 1)	5	3	3	1	1	5	4	5	4	
Praia do Bessa (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	4	5	3	
Praia do Bessa (ÁREA 3)	5	3	3	1	1	5	4	5	4	
Praia de Manaíra (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	4	5	5	
Praia de Manaíra (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	4	5	3	
Praia de Tambaú	5	3	3	1	2	5	4	5	3	
Praia do Cabo Branco (ÁREA 1)	5	3	3	1	1	5	4	5	4	
Praia do Cabo Branco (ÁREA 2)	5	3	3	1	2	5	4	5	3	
Praia do Seixas (ÁREA 1)	5	4	3	1	3	5	3	5	3	
Praia do Seixas (ÁREA 2)	5	3	3	1	2	5	5	5	5	
Praia da Penha	5	4	3	1	1	5	5	4	4	
Praia do Arraial (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	5	2	5	
Praia do Arraial (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	5	5	5	
Praia de Jacarapé (ÁREA 1)	5	4	3	1	1	5	5	4	4	
Praia de Jacarapé (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	5	2	5	
Praia do Sol (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	5	4	5	
Praia do Sol (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	3	3	5	
Praia de Barra de Gramame	5	4	3	1	2	5	5	2	5	

Fonte: elaborado pela autora.

O parâmetro 'Elevação Topográfica' não obteve variações na classificação, pois em todas as áreas medidas a altitude do local não ultrapassou o valor de cinco metros, valor este correspondente a uma vulnerabilidade muito elevada, pois regiões com uma maior inclinação se tornam mais protegidas da ação das ondas.

A 'Distância da Linha da Costa' distinguiu-se em duas classificações predominantes. Na porção norte do litoral houve predominância de vulnerabilidade

moderada até a praia dos Seixas, e a partir desta a vulnerabilidade foi classificada como elevada em todas as praias ao sul.

A 'Máxima Amplitude de Maré' no ano de 2016 foi de 2,8 m nos meses de março e abril, ambas marés de sizígia de lua nova. O Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias – INPH constatou em 2001 no Relatório de Inspeção Técnica que no litoral de João Pessoa a amplitude da maré era de 2,7 m (INPH, 2001 apud FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL, 2011).

As 'Taxas de 'Erosão/Acresção' variaram em três resultados. Em mais de 60% das áreas a vulnerabilidade foi classificada como muito baixa, sendo apenas cinco áreas ditas de vulnerabilidade baixa e a Área 1 da praia do Seixas moderada, onde está localizado o ponto mais oriental das Américas.

O parâmetro 'Geologia' foi definido como muito elevado pois em todas as áreas prevalece a existência de sedimentos finos não consolidados.

Nas primeiras praias ao norte, a 'Geomorfologia' é considerada de 'praias expostas', possuindo um grau de vulnerabilidade elevado. A partir da praia dos Seixas a geomorfologia das praias ao sul são caracterizadas como de 'dunas, estuários ou restingas', sendo estas apontadas com uma vulnerabilidade muito elevada. Apesar de várias praias ao sul serem formadas por falésias, elas possuem também desembocadura de rios e riachos, como a Área 2 da praia de Jacarapé, a Área 2 da praia do Arraial e a praia de Barra de Gramame. Logo, adotou-se que sua geomorfologia era de 'dunas, estuários ou restingas' tendo em vista que a vulnerabilidade desse resultado é maior. A Área 1 da praia do Seixas e a Área 2 da praia do Sol obtiveram vulnerabilidade moderada por serem classificadas como 'arribas erodíveis ou praias abrigadas'.

O parâmetro 'Revestimento do Solo' foi determinado como muito elevado nas primeiras cinco praias no município, pois há uma ocupação e uso do solo urbanizada em praticamente todas estas praias. A partir da praia da Penha, o parâmetro varia entre 'urbanizado rural', 'vegetação rasteira, solo cultivado' e 'solo não revestido', sendo o último apenas na Área 2 da praia do Sol.

Até a praia dos Seixas o parâmetro 'Intervenções Antropogênicas' teve predominância de existência de obras de defesa costeira, principalmente nas praias do Bessa, Manaíra, Cabo Branco e Seixas, porém todas estas áreas citadas com

intervenções possuíram redução nas fontes sedimentares. A partir da praia da Penha, as cinco praias seguintes não apresentaram intervenções de proteção costeira.

A Tabela 25 classifica a vulnerabilidade da zona costeira de João Pessoa em função de três ponderações diferentes, cada qual possuindo pesos particulares para os parâmetros.

**Tabela 25. Classificação da vulnerabilidade costeira de João Pessoa – PB**

LOCAL	CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE					
	PONDERAÇÃO 1		PONDERAÇÃO 2		PONDERAÇÃO 3	
Praia do Bessa (ÁREA 1)	3,44	VM	3,50	VE	3,62	VE
Praia do Bessa (ÁREA 2)	3,56	VE	3,70	VE	3,73	VE
Praia do Bessa (ÁREA 3)	3,44	VM	3,50	VE	3,62	VE
Praia de Manaíra (ÁREA 1)	3,78	VE	3,90	VE	4,00	VE
Praia de Manaíra (ÁREA 2)	3,56	VE	3,70	VE	3,73	VE
Praia de Tambaú	3,44	VM	3,50	VE	3,56	VE
Praia do Cabo Branco (ÁREA 1)	3,44	VM	3,50	VE	3,62	VE
Praia do Cabo Branco (ÁREA 2)	3,44	VM	3,50	VE	3,56	VE
Praia do Seixas (ÁREA 1)	3,56	VE	3,70	VE	3,71	VE
Praia do Seixas (ÁREA 2)	3,78	VE	3,80	VE	3,91	VE
Praia da Penha	3,56	VE	3,75	VE	3,87	VE
Praia do Arraial (ÁREA 1)	3,56	VE	3,85	VE	4,02	VE
Praia do Arraial (ÁREA 2)	3,89	VE	4,00	VE	4,19	VE
Praia de Jacarapé (ÁREA 1)	3,56	VE	3,75	VE	3,87	VE
Praia de Jacarapé (ÁREA 2)	3,56	VE	3,85	VE	4,02	VE
Praia do Sol (ÁREA 1)	3,78	VE	4,00	VE	4,07	VE
Praia do Sol (ÁREA 2)	3,44	VM	3,70	VE	3,87	VE
Praia de Barra de Gramame	3,56	VE	3,88	VE	4,02	VE

Fonte: elaborado pela autora.

É importante ressaltar algumas inconsistências encontradas durante a aplicação da metodologia que refletiram nos resultados. O parâmetro “Intervenções Antropogênicas” considera que regiões que possuam intervenções antrópicas — obras de defesa costeira — têm uma vulnerabilidade menor do que as que não possuem, mesmo havendo redução nas fontes sedimentares das áreas com intervenções ou quando ambas não caracterizam esta redução da face de praia. O resultado “Intervenções com redução nas fontes sedimentares” possui vulnerabilidade moderada, enquanto o resultado “Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares” possui vulnerabilidade elevada. O autor ao fazer tal classificação,

determina que praias que não apresentam indicativos de erosão são mais vulneráveis do que aquelas que possuem, apenas pelo fato de a última ter obras de proteção costeira, o que, segundo ele, a torna menos vulnerável.

No entanto, foi possível perceber durante a pesquisa que o fato de não haver redução da face de praia, nem de sinais erosivos, deixa-se de existir a necessidade de implantar intervenções de defesa costeira e que estas intervenções nem sempre na prática funcionam como deveriam.

Tal modo de classificar a vulnerabilidade costeira segundo as intervenções antropogênicas fez com que parte dos resultados não seguissem o que a realidade das vistorias apresentou. As seguintes praias exemplificam isto: Manaíra, Cabo Branco e Seixas.

A praia de Manaíra obteve classificações iguais em todos os parâmetros, com exceção do último “Intervenções Antropogênicas”. O que resultou em uma maior vulnerabilidade da Área 1, pois esta não dispõe de intervenções antrópicas, enquanto a Área 2 apresenta. A praia de Manaíra é um exemplo da influência deste parâmetro, pois observou-se que a Área 1 possui vegetação no pós-praia, maior extensão da face de praia atualmente e obteve maior erosão no período de 20 anos do que na Área 2. No entanto, ainda assim, a metodologia classifica a Área 1 como mais vulnerável.

Nas ponderações 1 e 2 ambas as áreas da praia do Cabo Branco obtiveram resultados iguais. A primeira ponderação as classificou com uma vulnerabilidade moderada e na segunda a classificação foi elevada. Porém a ponderação 3 determinou que a Área 1 é mais vulnerável do que a Área 2. No entanto, conferindo os resultados dos parâmetros e o que foi observado em campo, percebe-se que a Área 1 sofreu acresção e possui pós-praia definido com vegetação na berma, enquanto a Área 2 sofreu teve sua face de praia diminuída e apresentou inúmeros indicativos erosivos. Tal resultado também exemplifica o que foi exposto sobre a existência das intervenções antrópicas, o que tornou a Área 2 menos vulnerável foi apenas o fato da mesma possuir muros de arrimo no pós-praia.

Na praia do Seixas, ambas as áreas foram consideradas com vulnerabilidade elevada, porém a Área 2 apresentou maior nota por não haver intervenções antrópicas. Enquanto a Área 1 obteve maior redução do comprimento da face de praia, além de indicativos de erosão na Praça do Sol Nascente e nas falésias.

Sobre a subjetividade do parâmetro “Intervenções Antropogênicas” Coelho et al. (2011) comenta que:

“A classificação do parâmetro intervenções antropogênicas exige uma vez mais um sentido crítico apurado e um bom conhecimento dos locais. Há situações em que, apesar de existirem estruturas de estabilização, a linha da costa recua, devido a retenção sedimentar a barlamar em quebra-mares ou a dragagens. Pode também acontecer o inverso, estabilidade da linha da costa, apesar de não existirem estruturas de estabilização [...]. Para uma classificação mais objetiva e rigorosa, as ferramentas possíveis são o adequado conhecimento da dinâmica costeira nos locais e a aquisição de conjuntos coerentes de dados de base (agitação marítima, taxas de erosão/acresção, evolução da posição da linha da costa, observação das perturbações à dinâmica costeira introduzidas pelas intervenções de defesa) ”.

Tendo em vista o que expôs o autor e as condições analisadas, elaborou-se uma nova classificação para o parâmetro “Intervenções Antropogênicas”, conforme Quadro 2.

**Quadro 2. Alterações na classificação do grau de vulnerabilidade do parâmetro Intervenções Antropogênicas**

VULNERABILIDADE		INTERVENÇÕES ANTROPOGÊNICAS
1	Muito Baixa	Intervenções de estabilização da linha da costa
2	Baixa	Sem intervenções e sem redução nas fontes sedimentares
3	Moderada	Intervenções sem redução nas fontes sedimentares
4	Elevada	Intervenções com redução nas fontes sedimentares
5	Muito Elevada	Sem intervenções e com redução nas fontes sedimentares

Fonte: elaborado pela autora.

Assim, fizeram-se novas análises, considerando as alterações propostas no Quadro 2, que resultou na Tabela 26 e 27 a seguir.

**Tabela 26. Alteração dos Parâmetros de Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa - PB**

LOCAL	PARÂMETROS DE VULNERABILIDADE								
	ET	DC	AM	HS	EA	GL	GM	RS	IA
Praia do Bessa (ÁREA 1)	5	3	3	1	1	5	4	5	2
Praia do Bessa (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	4	5	4
Praia do Bessa (ÁREA 3)	5	3	3	1	1	5	4	5	2
Praia de Manaíra (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	4	5	5
Praia de Manaíra (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	4	5	4
Praia de Tambaú	5	3	3	1	2	5	4	5	4
Praia do Cabo Branco (ÁREA 1)	5	3	3	1	1	5	4	5	2
Praia do Cabo Branco (ÁREA 2)	5	3	3	1	2	5	4	5	4
Praia do Seixas (ÁREA 1)	5	4	3	1	3	5	3	5	4
Praia do Seixas (ÁREA 2)	5	3	3	1	2	5	5	5	5
Praia da Penha	5	4	3	1	1	5	5	4	2
Praia do Arraial (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	5	2	5
Praia do Arraial (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	5	5	5
Praia de Jacarapé (ÁREA 1)	5	4	3	1	1	5	5	4	2
Praia de Jacarapé (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	5	2	5
Praia do Sol (ÁREA 1)	5	4	3	1	2	5	5	4	5
Praia do Sol (ÁREA 2)	5	4	3	1	2	5	3	3	5
Praia de Barra de Gramame	5	4	3	1	2	5	5	2	5

Fonte: elaborado pela autora.

**Tabela 27. Alteração da classificação da vulnerabilidade costeira de João Pessoa – PB**

LOCAL	CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE					
	PONDERAÇÃO 1		PONDERAÇÃO 2		PONDERAÇÃO 3	
Praia do Bessa (ÁREA 1)	3,22	VM	3,30	VM	3,36	VM
Praia do Bessa (ÁREA 2)	3,67	VE	3,80	VE	3,87	VE
Praia do Bessa (ÁREA 3)	3,22	VM	3,30	VM	3,36	VM
Praia de Manaíra (ÁREA 1)	3,78	VE	3,90	VE	4,00	VE
Praia de Manaíra (ÁREA 2)	3,67	VE	3,80	VE	3,87	VE
Praia de Tambaú	3,56	VE	3,60	VE	3,69	VE
Praia do Cabo Branco (ÁREA 1)	3,22	VM	3,30	VM	3,36	VM
Praia do Cabo Branco (ÁREA 2)	3,56	VE	3,60	VE	3,69	VE
Praia do Seixas (ÁREA 1)	3,67	VE	3,80	VE	3,84	VE
Praia do Seixas (ÁREA 2)	3,78	VE	3,80	VE	3,91	VE
Praia da Penha	3,33	VM	3,55	VE	3,60	VE

LOCAL	CLASSIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE					
	PONDERAÇÃO 1		PONDERAÇÃO 2		PONDERAÇÃO 3	
Praia do Arraial (ÁREA 1)	3,56	VE	3,85	VE	4,02	VE
Praia do Arraial (ÁREA 2)	3,89	VE	4,00	VE	4,09	VE
Praia de Jacarapé (ÁREA 1)	3,33	VM	3,55	VE	3,60	VE
Praia de Jacarapé (ÁREA 2)	3,56	VE	3,85	VE	4,02	VE
Praia do Sol (ÁREA 1)	3,78	VE	3,95	VE	4,07	VE
Praia do Sol (ÁREA 2)	3,44	VM	3,70	VE	3,87	VE
Praia de Barra de Gramame	3,56	VE	3,85	VE	4,02	VE

Fonte: elaborado pela autora.

Das dezoito áreas analisadas, a ponderação 1 classificou seis delas com a vulnerabilidade moderada, enquanto as outras doze apresentaram vulnerabilidade elevada. Segundo ela, a região mais crítica é a Área 2 da praia do Arraial. Esta área apresentou inúmeros processos erosivos nas falésias que lá se encontram, conforme Figura 36. Em contrapartida, as áreas com menor vulnerabilidade foram as Áreas 1 e 2 do Bessa e a Área 2 do Cabo Branco, todas elas apresentaram pós-praia com vegetação nativa e poucos indícios erosivos.

Os resultados da ponderação 2 determinaram que apenas três áreas resultaram em uma vulnerabilidade moderada, sendo elas as Áreas 1 e 2 do Bessa e a 'Área 2' do Cabo Branco, enquanto as áreas restantes com vulnerabilidade elevada.

A ponderação 3 obteve as mesmas classificações da ponderação anterior. No entanto, as notas atingiram resultados maiores. Nas duas últimas ponderações as praias na porção sul do litoral foram todas classificadas com a vulnerabilidade elevada.

Nenhumas das ponderações diagnosticaram vulnerabilidade muito elevada nas praias estudadas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância de analisar a vulnerabilidade de regiões costeiras quanto as ações naturais e antrópicas é identificada quando tais ações põem em risco o bem-estar humano, seja por meio dos impactos na infraestrutura que os servem, como também os que atingem a saúde e a economia.

Quanto a aplicação da metodologia utilizada, é importante destacar determinadas particularidades dela e da pesquisa. Primeiramente, é uma metodologia Portuguesa, aplicada no litoral de Portugal, possuindo assim características singulares da região. Segundo, foram utilizados dados de trabalhos já realizados na região para preenchimento de determinados parâmetros, o que pode vir a diminuir a confiança do resultado para o período atual, pois sabe-se que a dinâmica costeira está em constante mudança.

Durante a obtenção dos resultados percebeu-se que estes não condiziam com a realidade encontrada em campo. A partir daí fez-se necessário uma avaliação de qual parâmetro estaria influenciando esta conclusão. Quando identificado, foram propostas mudanças para se adequar as circunstâncias locais. Os resultados encontrados posteriormente às mudanças corresponderam com a situação observada em campo.

Os resultados mostraram que as praias mais impactadas pela erosão estão na porção sul do litoral de João Pessoa, porém por não serem praias urbanizadas e muito exploradas, não possuem intervenções de defesa costeira. Em contrapartida, ao norte da zona litorânea, as praias com vulnerabilidade elevada dispõem de tais obras e ainda assim os processos erosivos continuam evoluindo. A ineficiência destas obras reflete a falta de estudos mais complexos acerca da dinâmica costeira da região, como também a falta de manutenção das mesmas.

Assim, a pesquisa serve como base para uma gestão costeira mais eficaz, pois por meio dela se torna possível diagnosticar quais áreas possuem condições mais vulneráveis e assim priorizar a atuação da gestão nelas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, Sérgio. **A COP 15: apontamentos de campo**. In: Estudos Avançados 24 (68). 2010. pp. 121-132.

APRH. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. **Gestão Costeira integrada: Glossary**. 2007. Disponível em: <<http://www.aprh.pt/rgci/glossario/index.html>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BARBOSA, Guilherme Vieira; BOUCAULT, Carlos Eduardo de Abreu. **Povos de Paz: Uma Análise sobre a Questão dos Refugiados Ambientais**. In: IV Congresso de Iniciação Científica. Franca. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CIRM nº 01, de 21 de novembro de 1990**. Brasília, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada**. Brasília, 2002.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Brasília, 1988.

BURSZTYN, Marcel; PERSEGONA, Marcelo. **A Grande Transformação Ambiental: uma Cronologia da Dialética Homem – Natureza**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 405 p.

CASTRO, Belmiro Mendes; BRANDINI, Frederico P.; WAINER, Ilana E.K.C. e DOTTORI, Marcelo. **O mar de amanhã, com as mudanças climáticas de hoje**. Cienc. Cult. 2010, vol.62, n.3, pp. 40-42.

COELHO, Carlos et al. **Metodologia de Análise de Vulnerabilidade para Aplicação à Costa Oeste Portuguesa**. In: Gestão da Água: Incertezas e Riscos. Lisboa: Esfera do Caos, 2011. P. 202-212.

FIGUEIREDO, Mário Augusto Guerzoni; ALVES, Elis Dener Lima; VECCHIA, Francisco Arthur. **A História do CO<sub>2</sub> nos Processos de Mudanças Climáticas Globais**. In Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium. Ituiutaba, 2012.

FILHO, Hermes de Oliveira Machado et al. **Novas Observações do Perfil Estratigráfico da Falésia do Cabo Branco, Compartimentação da Formação Barreiras, Paraíba-Brasil**. 2011. Revista Principia. Nº 19, p. 108 – 114.

FILHO, Hermes de Oliveira Machado et al. **Novas Observações do Perfil Estratigráfico da Falésia do Cabo Branco, Compartimentação da Formação Barreiras, Paraíba-Brasil**. 2011. Revista Principia. Nº 19, p. 108 – 114.

FREITAS, Lucas José Galvão Garcia de. **A Evolução Histórica do Brasil na Agenda Internacional das Mudanças Climáticas**. 2012. 105p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais - Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL. **Estudo de Impacto Ambiental**: Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e Praia do Seixas no Litoral de João Pessoa – PB. 2011.

FURRIER, Max. **Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha João Pessoa – 1:100.000**. 2007. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Geografia Física – Universidade de São Paulo, 2007.

FURRIER, Max; ARAÚJO, Magno Erasto de; MENESES, Leonardo Figueiredo de. **Geomorfologia e tectônica da formação Barreiras no Estado da Paraíba**. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, Out. 2006. ISSN 2316-9095.

GIDDENS, Anthony. **A Política da Mudança Climática**. Cambridge: Editora Zahar, 2010. 316p.

GRUBBA, Leilane Serratine; MAFRICA, Chiara Antonia Sofia. **A Proteção Internacional aos Refugiados Ambientais a Partir do Caso Kiribati**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.12, n.24, p.207-226. 2015.

IPCC. **Observation: Ocean**. In: Climate Change 2013b: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. **Sea Level Change**. In: Climate Change 2013a: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

JOLY, Carlos Alfredo. **Biodiversidade e Mudanças Climáticas: Contexto Evolutivo, Histórico e Político**. Ambient. soc., Campinas, v. 10, n. 1, p. 169-172, 2007.

MADALENO, Isabel Maria. **O povo que mede forças com a morte: os ilhéus de Tuvalu, no Pacífico Sul, e a subida das águas do mar**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, v. 7, n. 2, p. 493-508, 2012.

MARENGO, José Antônio. **Água e Mudanças Climáticas**. 2008. Estudos Avançados 22. P 83-96.

MELLER, Claudio. **A Influência das Mudanças Climáticas e sua Importância para os Seguros**. 2015. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Direito - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa, 2015.

MIMURA, Nobuo; NETATUA, Pelesikoti. **Vulnerability of Tonga to Future Sea-Level Rise** Journal of Coastal Research, p. 117–132, 1997.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Intervenção na Orla do Município de João Pessoa**. João Pessoa – Paraíba. 2004.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Contribuições para a Gestão da Zona Costeira no Brasil**: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007. 232 p.

MORAIS, Lenygia Maria Formiga Alves. **Expansão Urbana e Qualidade Ambiental no Litoral de João Pessoa - PB**. 2009. 156p. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal da Paraíba.

NETO, Petronio de Tilio. **As mudanças climáticas na ordem ambiental internacional**. In: Ecopolítica das mudanças climáticas: o IPCC e o ecologismo dos pobres. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010. pp. 37-81.

NUNES, Lidiane de Souza. **Dinâmica Costeira entre as Praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2011.

OLIVEIRA, Marcos José; VECCHIA, Francisco. **A Controvérsia das Mudanças Climáticas e do Aquecimento Global Antropogênico**: Consenso Científico ou Interesse Político? Fórum Ambiental da Alta Paulista. V. 5. P. 946-962. 2009.

ONÇA, Daniela de Souza. **A Construção da Hipótese do Aquecimento Global: um Resgate Histórico**. In XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, vol 11, n. 04, 2015.

PMJP. Prefeitura Municipal de João Pessoa – Secretaria de Planejamento. **Mapa de Bairros de João Pessoa**: Ruas, Avenidas e Equipamentos Públicos. João Pessoa, 2011.

QUINTELA, Emídio Jorge Alves de Menezes. **Desenvolvimento Sustentável Passado o Século XX**: Estabelecimento de Parâmetros de Aplicação. Universidade Politécnica de Valência. 299p.

REIS, Christiane Maria Moura. **O Litoral de João Pessoa (PB) Frente ao Problema da Erosão Costeira**. 2008. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Geociências – Universidade Federal de Pernambuco (CTG), 2008.

REIS, Patrícia Carvalho dos. et al. **Programa das Patentes Verdes no Brasil**: Aliança Verde entre o Desenvolvimento Tecnológico, Crescimento Econômico e a Degradação Ambiental. 17p. Porto, 2013.

RODRIGUES, Elze Camila Ferreira. **A Atuação Internacional do Brasil para as Mudanças Climáticas**: As COP de 2009 a 2015. 2016. 91p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais – UNESP, UNICAMP, PUC-SP. São Paulo, 2016.

SANTOS, Rochana Campos de Andrade Lima. **Evolução da Linha de costa a médio e curto prazo associado ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió - Alagoas**. 2004. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 176p.

SILVA, Ralyne Evelyn Cavalcante. FERNANDES, Erminio. **Mudanças Climáticas**: Um Panorama das Discussões Atuais. Sociedade e Território, v. 22 nº 1, p. 2-16. Natal, 2010.

SILVA, Ralyne Evelyn Cavalcante. FERNANDES, Erminio. **Mudanças Climáticas: Um Panorama das Discussões Atuais**. Sociedade e Território, v. 22 nº 1, p. 2-16. Natal, 2010.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia. **A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil**. Revista de Gestão Costeira Integrada, p. 17-37, 2009.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. 1. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2003.