



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
MESTRADO**

GUSTAVO FERREIRA DE VASCONCELOS

DINÂMICA COSTEIRA DAS PRAIAS DE TAMBAÚ E MANAÍRA-PB

**JOÃO PESSOA - PB
2010**

GUSTAVO FERREIRA DE VASCONCELOS

DINÂMICA COSTEIRA DAS PRAIAS DE TAMBAÚ E MANAÍRA-PB

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Christianne Maria Moura Reis

JOÃO PESSOA - PB
2010

V331d Vasconcelos, Gustavo Ferreira de.

Dinâmica costeira das praias de Tambaú e Manaíra-PB / Gustavo Ferreira de Vasconcelos. - - João Pessoa : [s.n.], 2010.

152f. : il.

Orientador: Christianne Maria Moura Reis.

Dissertação(Mestrado) – UFPB/CCEN.

*1.Geografia. 2.Dinâmica costeira. 3.Paisagem-Geografia.
4.Praias- Tambaú e Manaíra/PB*

UFPB/BC

CDU:911(043)

“Dinâmica Costeira das Praias de Tambaú e Manaíra - PB”

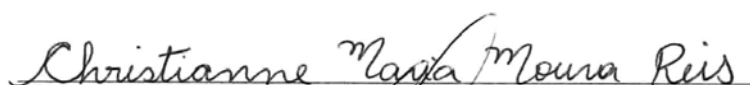
por

Gustavo Ferreira de Vasconcelos

Dissertação apresentada ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do CCEN-UFPB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Território, Trabalho e Ambiente

Aprovada por:



Profª Drª Christianne Maria Moura Reis

Orientadora



Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Examinador interno



Prof. Dr. Marcelo dos Santos Chaves

Examinador externo



Prof. Dr. Roberto Sassi

Examinador interno

**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Curso de Mestrado em Geografia**

Agosto/2010

A Deus, Criador da natureza que é o objeto do nosso estudo. Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e a todos os brasileiros, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos, e pelo amadurecimento como ser humano. A Sônia, secretária do curso de Pós-Graduação em Geografia, pelo apoio nas matrículas e incentivo para prosseguir.

À professora Christianne, por ter acreditado na minha proposta de trabalho e aceitado ser a minha orientadora, pela sua dedicação e conhecimentos empregados nesta pesquisa.

Aos professores Roberto Sassi, Eduardo Viana e Marcelo Chaves, por toda a contribuição, dedicação, paciência, incentivo e, principalmente, por tudo que eles me ensinaram tanto para a vida, quanto para a concretização desta pesquisa.

À professora Doralice, por todos os trabalhos cedidos, referentes à ocupação do litoral de João Pessoa/PB e por ter me propiciado trabalhar na formação continuada de professores desta cidade, trabalho este, que foi muito importante para o meu aprendizado enquanto professor e que me ajudou muito financeiramente, durante a pesquisa.

Ao Laboratório de Ciências Geológicas, sem o qual não seria possível a análise das amostras e, conseqüentemente, a conclusão deste trabalho.

A todos os meus inicialmente colegas da turma de mestrado e hoje, amigos para toda a vida, principalmente aos grandes amigos: Josias, Glória, Manuel, Alexandre e Henrique.

À minha amiga, meu amor e companheira Luana Peixoto, por todo o apoio, amor e paciência nos momentos difíceis.

Ao meu irmão Alexandre, à minha irmã Karina e meu cunhado Vítor, pela ajuda e incentivo moral empregados para que a realização deste trabalho fosse possível.

Aos meus queridos sobrinhos, Rebeca, João Vítor e Geovanna, que nos momentos de angústia, me fizeram sorrir e entender o real sentido da vida.

Aos meus queridos pais Valdir e Alcira, sem os quais eu não teria conseguido vencer esta etapa, pela dedicação, confiança, amor e paciência dedicados a mim.

Às minhas queridas tias e tios, Rosário, Angélica, Bernadete, Conceição, Lúcia, Rosália, Roberto e Sinval. À minha prima Fernanda e a todos os meus familiares.

Em memória ao meu avô Sinval que muito me inspirou com seu jeito de ser. E à minha querida avó Carolina que com a sua beleza e doçura ainda ilumina os meus dias.

Em memória ao meu avô Arcôncio Pereira e minha avó Maria Eulália.

A todos que de forma direta ou indireta ajudaram para que a construção desse trabalho fosse possível. Muito Obrigado!!!

Os maiores problemas no mundo são o resultado da diferença entre a maneira como a natureza trabalha e a maneira como o homem pensa.

Gregory Bateson

RESUMO

Este trabalho tem como propósito fazer uma caracterização dos diversos aspectos que compõem a paisagem das praias de Tambaú e Manaíra no município de João Pessoa/PB, onde são enfatizados o caráter natural e antropogênico que influenciam na dinâmica costeira como subsídio ao planejamento da área. As praias estudadas possuem uma extensão de aproximadamente 3.000 m e localizam-se num trecho totalmente urbanizado, entre o final da Av. Epitácio Pessoa e o final da Av. Flávio Ribeiro Coutinho. Estas praias constituem uma amostra de como se comporta o litoral paraibano, onde são observados trechos que apresentam problemas erosivos associados à dinâmica natural e a ocupação urbana desordenada. A abordagem teórico-filosófica apoiou-se tanto nos métodos das ciências sociais, quanto nos das ciências naturais. Já a metodologia utilizada no trabalho foi composta de três etapas, relacionadas entre si: a pesquisa bibliográfica e cartográfica que forneceu um suporte técnico/teórico fundamental ao desenvolvimento da pesquisa; a etapa de campo, que forneceu informações e dados necessários a respeito do local em questão; e as atividades laboratoriais e de gabinete que foram fundamentais para tratar, compilar e analisar todos os dados e informações coletados anteriormente. No primeiro capítulo deste trabalho, foi feita uma discussão sobre as novas tendências na teoria geomorfológica bem como uma discussão sobre a dinâmica da paisagem costeira. No segundo capítulo, foi feito um levantamento teórico dos diversos elementos físicos que compõem a paisagem costeira da área em questão. No terceiro capítulo, observou-se que desde a década de 40, com a abertura da Av. Epitácio Pessoa, as praias de Tambaú e Manaíra começaram a ser ocupadas, no entanto, a partir da década de 70, período em que foi construído o hotel Tambaú, o processo de urbanização desordenado intensificou-se, alterando a dinâmica costeira das praias de Tambaú e Manaíra. Os dados coletados em campo, presentes no quarto capítulo deste trabalho, mostram uma maior dinâmica caracterizada por uma intensa variação morfológica durante o período estudado, na praia de Manaíra; já a praia de Tambaú, apresentou sedimentação durante todo o período analisado. Segundo o parâmetro de Dean, as praias estudadas variam dos estágios reflexivo a intermediário (Tambaú) e intermediário (Manaíra). Contudo, as variações na linha de costa, evidenciadas pela superposição de fotografias aéreas e imagens de satélite, apontaram para um recuo da linha de costa frente ao continente na praia de Tambaú e um avanço de linha de costa para o setor (4) da praia de Manaíra.

Palavras-chave: Paisagem. Dinâmica Costeira. Praias. Planejamento.

ABSTRACT

The purpose of this study is characterize several aspects that set up the scenery of the beaches Tambaú and Manaíra in the city of João Pessoa/PB, where are emphasized the natural and anthropogenic characters that have influence in coastal dynamics as a subsidy to the planning of the area. The studied beaches have an extension of approximately 3,000 meters and they are in a fully urbanized stretch between the end of the Eptácio Pessoa Avenue and the end of the Flávio Ribeiro Coutinho Avenue. These beaches are a sample of how the Paraíba coast behaves, where are observed some stretches that have erosion problems associated with natural dynamics and chaotic urban increase. The theoretical-philosophical abordage leaned on the methods of social sciences, and on the natural sciences. The methodology used in the study consisted of three stages, related between them, the bibliographic and cartographic research that provided technical/theoretical support very important to the development of the research; the stage in the field provided information and data about the mentioned location; and the laboratorial activities were essential to treat, compile and analyze all data and information collected earlier. In the first chapter of this study, there was a discussion about new trends in geomorphologic theory and a discussion about the dynamic of the coastal scenery. In the second chapter, was made a theoretical survey of the various physical elements that set up the coastal scenery of the area. In the third chapter, it was observed that since the 40s, with the opening of Eptácio Pessoa Avenue, the beaches Tambaú and Manaíra began to be occupied. However, from the 70s, a period that was built the Tambaú Hotel the disorderly urbanization process was intensified and started changing the coastal dynamic of the beaches Tambaú and Manaíra. The collected data in the field, present in the fourth chapter of this study, show a larger dynamic characterized by intense morphological variation in Manaíra beach, during the study, and Tambaú beach presented sedimentation during the analyzed period. According to the parameter of Dean, the studied beaches vary from reflective to intermediate stages (Tambaú) and intermediate (Manaíra). However, variations in the shoreline, evidenced by the overlay of aerial photographs and satellite images, pointed to a retreat of the shoreline facing the continent in Tambaú beach and an advance of coastline to the sector (4) in Manaíra beach.

Keywords: Scenery. Coastal Dynamic. Beaches. Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Limite do mar territorial brasileiro, segundo a linha de base reta	18
Figura 02: Distribuição da população brasileira residente por município	19
Figura 03: Distribuição da população residente na Paraíba, em 2007	20
Figura 04: Zoneamento da orla como subárea da zona costeira	21
Figura 05: Mapa de localização da área de estudo, com indicação das áreas propícias à erosão e sedimentação, e dos pontos de monitoramento da hidrodinâmica e dos perfis de praia	25
Figura 06: Esquema de como é efetuado o nivelamento topográfico com mudança de estação	27
Figura 07: Clinômetro para medir a declividade da praia	28
Figura 08: Aferição da altura de onda em campo, com destaque para a mira falante. ...	29
Figura 09: Leitura da velocidade dos ventos, com destaque para o anemômetro	30
Figura 10: Instrumentos utilizados para aferição da direção dos ventos	30
Figura 11: Equipamento utilizado para obter a velocidade da corrente durante o período da coleta, com destaque para o flutuador	31
Figura 12: Termômetro de água no lado esquerdo e anemotermômetro do lado direito	32
Figura 13: Gráfico correlativo entre a velocidade de decantação (cm/s) e o diâmetro médio (fi) do grão	34
Figura 14: Etapas (A, B, C, D e E) de tratamento dos sedimentos coletados no ambiente praiar da área em estudo	35
Figura 15: Precipitação média mensal da cidade de João Pessoa no período de 1976 a 2008	53
Figura 16: Precipitação anual no período de 1976 a 2008	53
Figura 17: Variação da temperatura do ar média mensal (1976 a 2008)	54
Figura 18: Variação da temperatura média do ar entre 1976 e 2008	55
Figura 19: Variação da radiação solar média mensal (1976 a 2008)	55
Figura 20: Variação da radiação solar média entre 1976 e 2008	56

Figura 21: Predominância de ventos ao longo dos meses (total entre 1975 e 2008)	57
Figura 22: Predominância percentual da direção dos ventos no período de 1975 a 2008	57
Figura 23: Médias mensais da velocidade do vento na cidade de João Pessoa (entre 1976 e 2008)	58
Figura 24: Velocidade média dos ventos no período (1976 a 2008)	59
Figura 25: Umidade relativa do ar média mensal no período de 1976 a 2008	59
Figura 26: Umidade relativa do ar média entre 1976 e 2008	60
Figura 27: Sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda que compõem atualmente a bacia PB	61
Figura 28: Coluna estratigráfica da bacia Paraíba no trecho da sub-bacia Alhandra	62
Figura 29: Mapa geológico-geomorfológico mostrando as praias, os terraços marinhos holocênicos, a planície fluvio-marinha do rio Jaguaribe e os baixos planaltos costeiros, presentes na área estudada	67
Figura 30: Planície flúvio-marinha (Cabedelo e um trecho da cidade de João Pessoa ao fundo)	68
Figura 31: Mapa pedológico	69
Figura 32: Distância entre o Sol e a Terra e entre a Lua e a Terra, quando estão alinhados na lua cheia	72
Figura 33: Representa a maré alta direta e a maré alta reflexa, ambas ocorrentes na Terra por conta da força gravitacional da Lua	73
Figura 34: Esquema mostrando o comportamento do conjunto Terra, Lua e Sol, durante as marés de sizígias (A) e durante as marés de quadratura (B)	74
Figura 35: Gráfico das marés para João Pessoa/PB, no período de janeiro de 2008 a janeiro de 2009	75
Figura 36: Estação de bondes de tração animal na linha de Tambaú (1910)	81
Figura 37: Trecho da Av. Epitácio Pessoa, quando ainda se colocavam os trilhos para os antigos bondes, obra de Camilo de Holanda (1920)	82
Figura 38: Mapa do Exército Brasileiro editado em 1949, indicando a vegetação predominante e o antigo nome das praias de Tambaú e Manaíra	83
Figura 39: Trecho do antigo Tambaú, na confluência com a Av. Epitácio Pessoa (1935)	84

Figura 40: Perfil da situação atual das praias de Tambaú e Manaíra	88
Figura 41: Perfil de ocupação em função da situação atual das praias estudadas	89
Figura 42: Perfil desejado para as praias de Tambaú e Manaíra	89
Figura 43: Local onde hoje se encontra o novo mercado de peixes de Tambaú	90
Figura 44: Vista sul da calçada e do muro de arrimo que dá acesso à praia de Manaíra	90
Figura 45: Nomenclatura e limites do sistema praial	95
Figura 46: Foto com vista de leste para oeste do P-1	97
Figura 47: Foto com vista de sul para norte do P-1	97
Figura 48: Gráfico de comportamento do P-1, entre os meses de janeiro e maio de 2008	97
Figura 49: Gráfico de comportamento do P-1, entre os meses de maio e agosto de 2008	98
Figura 50: Gráfico de comportamento do P-1, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	99
Figura 51: Gráfico de balanço sedimentar do P-1, mostrando o ganho e perda no volume dos sedimentos em m ³ /m, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	100
Figura 52: Gráfico comparativo dos perfis nos meses de janeiro de 2008 e janeiro de 2009 no P-1	100
Figura 53: Vista norte do P-2	101
Figura 54: Vista do RN inicial do P-2, no mês de janeiro de 2008	102
Figura 55: Vista do RN inicial do P-2, no mês de maio de 2008	102
Figura 56: Gráfico de comportamento do P-2, entre os meses de janeiro e maio de 2008	102
Figura 57: Gráfico de comportamento do P-2, entre os meses de maio e agosto de 2008	103
Figura 58: Gráfico de comportamento do P-2, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	104
Figura 59: Gráfico de balanço sedimentar do P-2, mostrando o ganho e perda no volume dos sedimentos em m ³ /m, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	105
Figura 60: Gráfico comparativo dos perfis nos meses de janeiro de 2008 e janeiro de	

2009 no P-2	105
Figura 61: Vista norte do P-3	106
Figura 62: Vista sul do P-3	106
Figura 63: Gráfico de comportamento do P-3, entre os meses de janeiro e maio de 2008	107
Figura 64: Gráfico de comportamento do P-3, entre os meses de maio e agosto de 2008	107
Figura 65: Gráfico de comportamento do P-3, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	108
Figura 66: Gráfico de balanço sedimentar do P-3, mostrando o ganho e perda no volume dos sedimentos em m ³ /m, entre os meses de agosto de 2008 e janeiro de 2009	109
Figura 67: Gráfico comparativo dos perfis nos meses de janeiro de 2008 e janeiro de 2009 no P-3	110
Figura 68: Variação granulométrica da pós-praia no P-1	111
Figura 69: Variação granulométrica do estirâncio no P-1	112
Figura 70: Variação granulométrica da antepraia no P-1	113
Figura 71: Gráfico de média e desvio padrão do tamanho do grão em (Φ) para a pós-praia, o estirâncio e a antepraia no P-1	114
Figura 72: Variação granulométrica, apenas nos meses de surgimento da pós-praia no P-2	115
Figura 73: Variação granulométrica do estirâncio no P-2	116
Figura 74: Variação granulométrica da antepraia no P-2	116
Figura 75: Gráfico de média e desvio padrão do tamanho do grão em (Φ) para a pós-praia, o estirâncio e a antepraia no P-2	117
Figura 76: Variação granulométrica da pós-praia no P-3	118
Figura 77: Variação granulométrica do estirâncio no P-3	119
Figura 78: Variação granulométrica da antepraia no P-3	120
Figura 79: Gráfico de média e desvio padrão do tamanho do grão em (Φ) para a pós-praia, o estirâncio e a antepraia no P-3	121
Figura 80: Foto com vista para o norte na estação H-01, durante o mês de fevereiro	

de 2008	122
Figura 81: Foto com vista para o norte na estação H-01, durante o mês de julho de 2008	122
Figura 82: Foto com vista para o sul da estação H-02, durante o mês de fevereiro de 2008	123
Figura 83: Foto com vista para o norte da estação H-02, evidenciando a erosão no estirâncio, durante o mês de julho de 2008	123
Figura 84: Curva das flutuações do nível do mar para os últimos 7.000 anos na costa leste do Brasil	134
Figura 85: Mapa mostrando a variação na linha de costa das praias de Tambaú e Manaíra entre os anos 1969 e 2008	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Quadro da escala Granulométrica (adaptação)	36
Quadro 02: Quadro da escala de Wentwort 1922 (americana)	36
Quadro 03: Declividades do estirâncio durante os meses da pesquisa para o H-1 e o H-2 Quadro 03: Declividades do estirâncio durante os meses da pesquisa para o H-1 e o H-2	122
Quadro 04: Máxima, média e mínima das alturas das ondas, durante o período analisado no H-1 e H-2	124
Quadro 05: Velocidade média da corrente no H-1 e H-2 durante a pesquisa	125
Quadro 06: Direção do vento em graus no H-1 e H-2 durante a pesquisa	126
Quadro 07: Velocidade do vento em m/s no H-1 e H-2 durante a pesquisa	127
Quadro 08: Representação dos períodos de onda em valores máximos, médios e mínimos, no H-1 e H-2 durante a pesquisa	128
Quadro 09: Ângulo de incidência das ondas no H-1 e H-2 durante a pesquisa	129
Quadro 10: Temperatura da água no H-1 e H-2 durante a pesquisa	130
Quadro 11: Temperatura do ar no H-1 e H-2 durante a pesquisa	131
Quadro 12: Valores médios para ômega (Ω), com a classificação do estado morfológico	131
Quadro 13: Parâmetros para determinar o estágio morfodinâmico da praia de Tambaú (H-01)	132
Quadro 14: Parâmetros para determinar o estágio morfodinâmico da praia de Manaíra (H-02)	133

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
OBJETIVOS	22
METODOLOGIA	22
CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	38
1.1 Breve histórico da paisagem	41
1.2 A paisagem na Geografia	43
1.3 Dinâmica da paisagem costeira	46
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS FÍSICOS DA ÀREA	51
2.1 Clima	52
2.2 Geologia	60
2.2.1 Estratigrafia da bacia sedimentar Paraíba	62
2.2.1.1 <i>Formação Beberibe</i>	62
2.2.1.2 <i>Formação Gramame</i>	63
2.2.1.3 <i>Formação Maria Farinha</i>	63
2.2.1.4 <i>Formação Barreiras</i>	63
2.3 Geomorfologia	64
2.3.1 Os tabuleiros ou baixos planaltos costeiros	65
2.3.2 A planície costeira	66
2.4 Vegetação e solos	68
2.5 Hidrografia	70
2.6 Processos naturais dinamizadores da zona costeira	72
2.6.1. Marés	72
2.6.2. Correntes costeiras	76
2.6.3 Ondas	77
CAPÍTULO 3 - OCUPAÇÃO DOS BAIROS DE TAMBAÚ E MANAÍRA E ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS COM A ZONA COSTEIRA	79
3.1. História da ocupação no litoral de João Pessoa	80
3.2 Aspectos normativos reguladores da zona costeira	86
3.3 Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima de João Pessoa	87
CAPÍTULO 4 - DINÂMICA COSTEIRA DAS PRAIAS DE TAMBAÚ E MANAÍRA	92
4.1 O ambiente praial	93
4.2 Perfis	96
4.2.1 Perfil topográfico P-1 (Muro do hotel Tambaú)	96
4.2.3 Perfil topográfico P-2 (Hotel Costa do Atlântico)	101
4.2.3 Perfil topográfico P-3 (Mag Shopping)	106
4.3 Granulometria	110
4.3.1 Granulometria do P-1 (Muro do hotel Tambaú)	111
4.3.2 Granulometria do P-2 (Hotel Costa do Atlântico)	114
4.3.3 Granulometria do P-3 (Mag Shopping)	117
4.4 Hidrodinâmica	121
4.4.1 Altura significativa das ondas	123

4.4.2 Velocidade das correntes	124
4.4.3 Direção e velocidade dos ventos	125
4.4.4 Direção da linha de costa, período e ângulo de incidência das ondas	127
4.4.5 Temperaturas da água e do ar	129
4.5 Estágios morfodinâmicos das praias de Tambaú e Manaíra	131
4.6 Variações da linha de costa	133
5 CONCLUSÕES	138
REFERÊNCIAS	142
ANEXOS	150

Introdução

As zonas costeiras foram áreas de fundamental importância na colonização das Américas por parte dos europeus e no Brasil não foi diferente, segundo relatos de cartas de Pero Vaz de Caminha, à coroa portuguesa. Durante o império o Brasil reafirmou o seu grande interesse pelo estratégico litoral e foi nesse contexto que surgiram algumas políticas de estado sobre esses territórios, dentre as quais a instituição dos terrenos de marinha (DINIZ, 2008). Depois de se tornar independente da coroa portuguesa, o Brasil vem assistindo um rápido crescimento das cidades litorâneas, provocando problemas ambientais complexos, uma vez que a zona costeira é um ambiente extremamente dinâmico, onde diversos elementos naturais atuam diuturnamente na paisagem. Com as ações antrópicas, os processos atuantes nessa área podem ser minimizados ou maximizados.

Esse dinamismo costeiro provém da interação entre os processos deposicionais e erosivos relacionados com a ação das ondas, das correntes de maré e litorâneas, dos ventos, dos fluxos sedimentares advindos dos sistemas fluviais, além das atividades antrópicas que nesses ambientes podem alcançar proporções significativas (ROSSETTI, 2008). As variações na altura do nível do mar decorrentes desses processos constituem um dos mais eficientes mecanismos de modificação da linha de costa, mas as oscilações geradas pelas glaciações já provocaram, e ainda provocam migrações da linha de costa (MUEHE, 1991).

Diante do exposto, pode-se perceber que fisicamente já é bem complexo o estudo dos ambientes costeiros, porém, não se pode compreendê-los sem uma análise integrada. Segundo Silva (2009), os ambientes costeiros vêm sendo ocupados sem diretrizes ou critérios mínimos de planejamento, com vistas à preservação ambiental.

De acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), a zona costeira é definida como “aquela constituída pelos territórios dos municípios litorâneos, mais o mar territorial de 12 milhas náuticas de largura”, conforme representação esquemática apresentada na figura 01 (MMA e MPO, 2004).

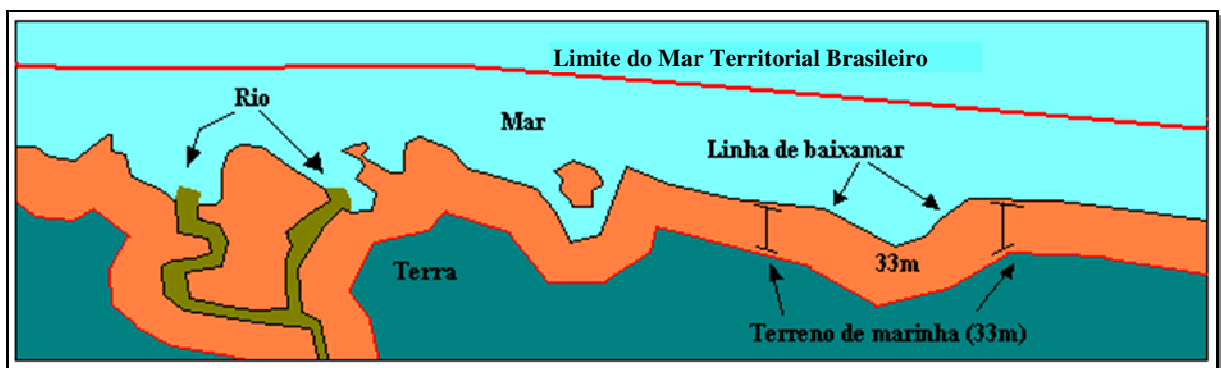


Figura 01: Limite do mar territorial brasileiro, segundo a linha de base reta
Fonte: Projeto Orla, 2006

Segundo o Art. 229 da Constituição do Estado da Paraíba, a sua zona costeira é patrimônio ambiental, cultural, paisagístico, histórico e ecológico, correspondendo a uma faixa de terra de 500 m de largura, contada a partir da preamar de sizígia continente adentro. Já segundo o código municipal de meio ambiente de João Pessoa, a faixa também é de 500 m, porém, contada a partir de um nível médio de maré alta de sizígia (PEDROSA, 2008).

Conforme foi dito inicialmente, o Brasil é um país de formação colonial. O processo de ocupação do seu território concretizou-se no sentido dos núcleos costeiros (áreas portuárias com grande fluxo de pessoas e mercadorias) para o interior (área produtora dos alimentos e outros recursos naturais). Assim, as primeiras cidades e zonas de adensamento populacional surgiram no litoral, área polo na difusão dos povoadamentos.

A zona costeira brasileira possui uma densidade demográfica de 87 h/km², cinco vezes maior que a média mundial de 17 h/km² (MORAES, 1996), ocasionando uma especulação e supervalorização dos solos litorâneos, entre outros motivos, pelo seu caráter paisagístico.

Essa população se distribui ao longo de 8.500 quilômetros de costa, ocupados em um padrão concentrado, sobretudo, nas regiões Sudeste e Nordeste (ver figura 02). Ao passo que, nas regiões interioranas a população apresenta-se mais espaçada (SILVA, 2009).

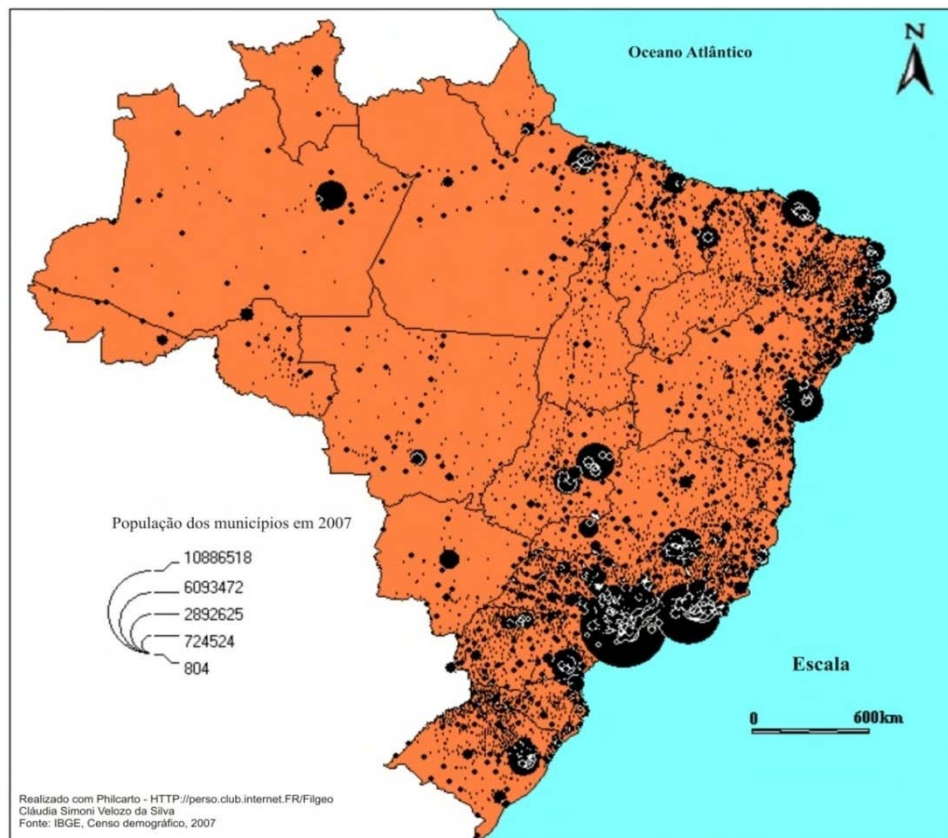


Figura 02: Distribuição da população brasileira residente por município
 Fonte: SILVA, 2009

No Brasil, cerca de 80% da população reside em uma área que não ultrapassa 200 km de distância do mar. Essa concentração ocasiona uma forte pressão antrópica na zona costeira, definindo quadros problemáticos na gestão ambiental desses espaços (SERAFIM & HAZIN, 2006).

No Estado da Paraíba, localizado na porção oriental do Nordeste brasileiro, não é diferente, já que uma significativa parte de seus habitantes reside nas cidades litorâneas, sobretudo nas cidades de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, conforme se pode observar na figura 03:

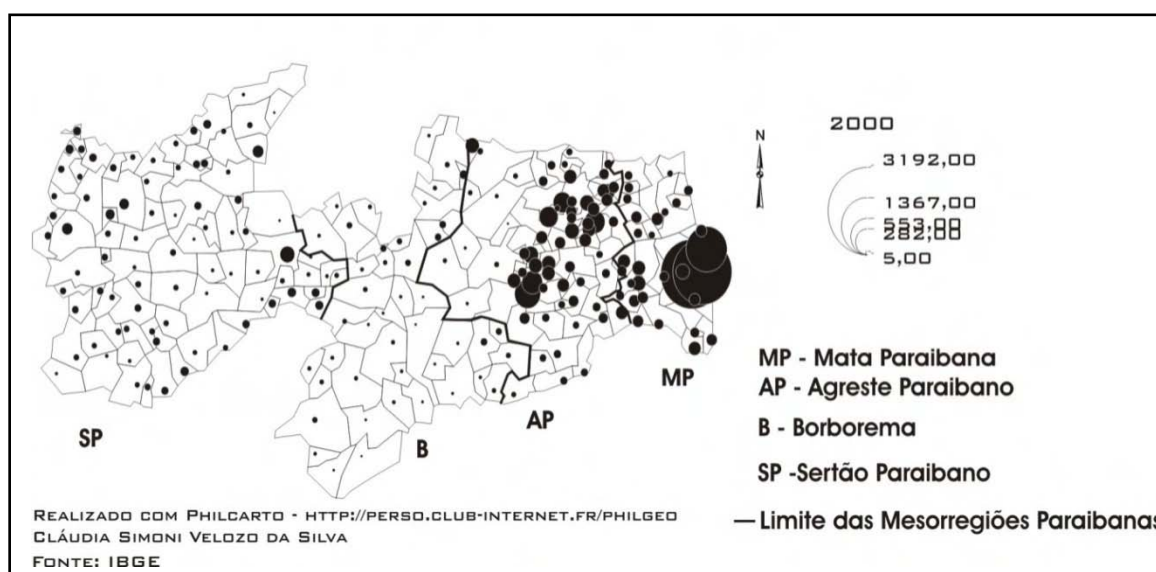


Figura 03: Distribuição da população residente na Paraíba, em 2007

Fonte: Silva, 2009 (escala não informada no original)

No município de João Pessoa, o processo de ocupação se intensificou ainda mais com a migração da população castigada com as sucessivas estiagens no sertão. Em 1980 mais de 70% dos habitantes do município de João Pessoa era proveniente da zona rural, em decorrência da crise no campo. Estes fatos, associados à centralização política, administrativa e de serviços faz desta capital a área mais populosa do Estado da Paraíba (FURRIER, 2006).

Atualmente, verifica-se forte pressão proveniente de atividades produtivas, de transporte, de recreação e de serviços (com destaque para o turismo). Nesse contexto, as praias de Tambaú e Manaíra, na cidade de João Pessoa/PB, manifestam-se como espaços de multiuso sujeito a sérios conflitos sociais de uso e ocupação, além de sérios problemas ambientais, que justificam o desenvolvimento deste trabalho.

O Governo Federal, através da Secretaria do Patrimônio da União (SPU), vem procurando demarcar e preservar esta faixa territorial, utilizando-se da “Linha da Preamar

Média de 1831 - LPM/1831” presumida, uma vez que não há como localizar nos dias atuais a LPM/1831 real (LIMA & LIMA, 2003).

Desta forma, a definição de uma faixa com largura que considere tanto uma possível elevação do nível do mar, quanto uma tendência natural erosiva em orlas urbanizadas, como é o caso da área estudada nessa pesquisa, torna-se imprescindível.

Moraes e Zamboni (2004) propõem limites para a orla, na área marinha, na isóbata dos 10 metros e, na área terrestre, de 50 metros em áreas urbanizadas e de 200 metros em áreas não urbanizadas (Figura 04), contados na direção do continente, a partir do limite de contato terra/mar, em qualquer de suas feições: costão, praia, restinga, duna, manguezal, etc. Segundo esses autores, o limite terrestre teria a finalidade de identificar uma possível linha de segurança da costa, abarcando as áreas de grande dinamismo geomorfológico, de singular manifestação de processos erosivos ou de sedimentação (com tendências de transgressão ou regressão marinhas), cobrindo espaços de equilíbrio instável em termos de processos morfogenéticos e hidrodinâmicos.

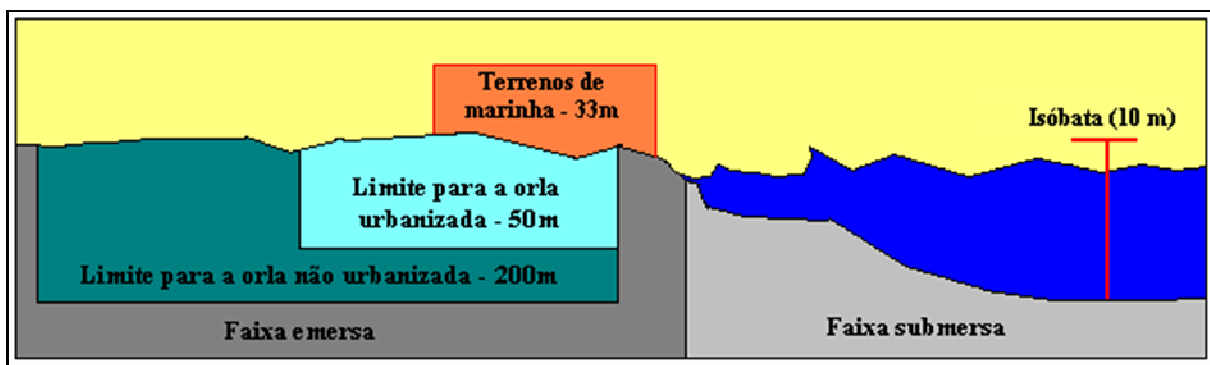


Figura 04: Zoneamento da orla como subárea da zona costeira
Fonte: Projeto Orla, 2006

Em termos naturais, a orla serve de suporte para ecossistemas relevantes sob o aspecto ambiental, tais como os manguezais, as matas de restinga e os recifes de coral, entre outros. No que toca à vida social, o litoral aparece como área de grande atrativo para a ocupação, pois, historicamente, a costa constitui região/espaco de adensamento populacional e de difusão de fluxos povoadores (MORAES, 1999).

Este trabalho se propõe a fazer uma caracterização das diversas feições naturais e antropogênicas existentes na zona costeira da cidade de João Pessoa/PB, que influenciam na morfodinâmica das praias de Tambaú e Manaíra.

Nesse contexto, existe o desafio de lidar com a diversidade de feições litorâneas representadas pela extensão dessa faixa, que atinge aproximadamente 3.000 m e corresponde

a uma área totalmente urbanizada da linha de costa da cidade de João Pessoa/PB. Juntamente aos aspectos naturais da paisagem litorânea, encontra-se a crescente geração de conflitos relacionados ao uso e ocupação do solo e demais bens de domínio da União, com reflexos nos espaços de convivência e lazer, especialmente as praias, bens de uso comum da população.

OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi caracterizar os aspectos naturais e antropogênicos, bem como a dinâmica costeira existente no trecho compreendido entre as praias de Tambaú e Manaíra, localizadas no litoral norte da cidade de João Pessoa/PB, com a finalidade de oferecer suporte científico a um planejamento adequado da área em questão.

Já os objetivos específicos foram:

- Caracterizar os aspectos físicos locais, tais como: clima, geologia, pedologia, vegetação, hidrografia, ondas, correntes e marés;
- Caracterizar historicamente a ocupação da orla de Tambaú e Manaíra;
- Confeccionar mapas temáticos como: geológico; geomorfológico e o de variação da linha de costa;
- Monitorar os aspectos oceanográficos do ambiente costeiro por intermédio da hidrodinâmica costeira (direção e velocidade da corrente litorânea, altura, período e ângulo de incidência das ondas), perfil praias, análises sedimentológicas (granulometria) e observações do ambiente;
- Identificar as áreas de perda e ganho de sedimentos;
- Colaborar com dados técnico-científicos atuais para um planejamento adequado da área.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho se apoia em três etapas, relacionadas entre si: a pesquisa bibliográfica e cartográfica que fornece um suporte técnico/teórico fundamental ao desenvolvimento da pesquisa; a etapa de campo que fornece informações e dados necessários a respeito do local em questão; e as atividades laboratoriais, quando são tratados, compilados e analisados todos os dados e informações coletados anteriormente, além de confeccionados os mapas e o relatório final.

O suporte teórico-filosófico deste trabalho se apoia na Teoria Geral de Sistemas (TGS), pois, segundo Gregory (1992), a abordagem sistêmica na Geografia possibilita a utilização de uma abordagem metodológica que abrange a cronologia, os métodos quantitativos e as atividades humanas. Para a geografia física esta teoria foi muito importante, pois ela afirma que as propriedades dos sistemas não podem ser tratadas como fenômenos separados, pois segundo Tricart (1977) o sistema é um conjunto de fenômenos que se formam com os fluxos de matéria e energia, que por sua vez, dão origem às relações de dependência entre esses fenômenos.

No Brasil um dos precursores do uso da teoria sistêmica na Geografia foi Antônio Christofolletti. Neste estudo, entende-se que essa teoria pode estar atrelada tanto a fatores naturais quanto aos antropogênicos (geossistema), corroborando com o que estabelecem Bertrand (1972), Tricart (1977) e Christofolletti (1980) em relação à perspectiva geossistêmica, uma vez que eles percebem a zona costeira como um sistema não isolado e aberto, onde se pode encontrar uma intensa troca de energia e de matéria, com uma interação entre clima, vegetação, as formações geológicas e as atividades humanas, responsáveis pelos processos e formas existentes nesses ambientes.

Como a Geografia procura analisar as relações que existem entre o homem e o meio, logo ela precisa se servir tanto dos métodos holísticos/sistêmicos das ciências naturais (geossistemas), quanto dos métodos totalizantes das ciências sociais (Dialética Marxista). Alguns geógrafos adotam em seus estudos métodos das ciências naturais, enquanto outros são adeptos do uso dos métodos das ciências sociais.

Acredita-se que a Geografia é uma ciência muito importante para fazer uma análise integrada dos elementos naturais e da sociedade. Com isto procura-se fazer uma análise integrada, apoiando-se em diversos autores como: Christofolletti (1980), Bertrand (1972), Tricart (1977), Suertegaray (2002), Muehe (1995, 1996 e 2006), Moraes (1996 e 1999), Suguio (1999 e 2003), Simmel (1996), Maldonado (1996), Calquelin (2007), Zonneveld (2002), Sauer (1998) e Santos (1994 e 1999), pois na medida em que o lado natural gera lucros e meios de dominação, passa a integrar-se com o social, e, assim, não podemos dissociar os aspectos sociais dos físicos.

Pesquisa bibliográfica e cartográfica

A primeira parte deste trabalho foi dedicada à pesquisa bibliográfica e cartográfica. Esta, por sua vez, constou de um levantamento de obras e cartas que deram suporte ao estudo. Utilizando-se da Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e da Setorial

do Departamento de Geociências (DGEOC), bem como de livros particulares de alguns professores, foram levantadas informações teórico-cartográficas muito importantes para a realização deste trabalho. Porém, foram necessárias, ainda, pesquisas em órgãos públicos tais como: Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema), Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP), Instituto de Terras da Paraíba (Interpa) e Gerencia Regional do Patrimônio da União (GRPU).

A escala da base cartográfica adotada para a construção do mapa de localização da área estudada e do mapa geológico-geomorfológico foi a de 1:8.000, oriunda do levantamento aerofotogramétrico de 1998, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de João Pessoa. Para o presente estudo, a base foi trabalhada com técnicas de geoprocessamento e foram inseridas informações obtidas em campo com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Para a confecção do mapa de variação da linha de costa, foram adquiridas as fotografias aéreas de 1969 da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e a fotografia do Terrafoto de 1985, adquiridas e cedidas para o presente estudo pela professora Christiane Maria Moura Reis, além da imagem de satélite “*Quick Bird*” de 2008, que foi fornecida pela Prefeitura Municipal de João Pessoa.

Pesquisa de campo

A segunda fase corresponde aos trabalhos de campo. Estes foram desenvolvidos através de um mapeamento de todas as feições observadas ao longo das praias de Tambaú e Manaíra. Mais precisamente, a área é compreendida entre o final da avenida Eptácio Pessoa (Busto do Almirante Tamandaré) e o da avenida Flávio Ribeiro Coutinho (Retão de Manaíra).

Foram definidos pontos de monitoramento (Ps), (ver figura 05) em função das características das enseadas. Assim, o P-01 foi definido na porção norte da enseada que engloba as praias do Cabo Branco e Tambaú, área com provável tendência a sedimentação, (Muro sul do hotel Tambaú COORD. UTM/ 0300688 mE – 9199589 mN); o P-02 foi estabelecido na porção sul da enseada que engloba as praias de Manaíra e parte da praia do Bessa, área com provável tendência à erosão (Na frente do hotel Costa do Atlântico COORD. UTM/ 0301669 mE – 9204112 mN); já o P-03 foi estabelecido no meio da enseada onde está situado o P-02, área com provável tendência à estabilidade (Na frente do *Mag Shopping* COORD. UTM/ 0301687 mE – 9208050 mN). Nesses pontos, posicionados com o auxílio do GPS, foram feitos, nas marés baixas de sizíguas de lua nova, os perfis de praia com o auxílio de alguns equipamentos (Nível, Mira Falante, Piquetes e Trena), foi medida a declividade na

zona de estirâncio (Clinômetro) e foram feitas coletas de 500 g de sedimentos nas unidades morfológicas da praia (Pós-praia, Estirâncio e Antepraia).

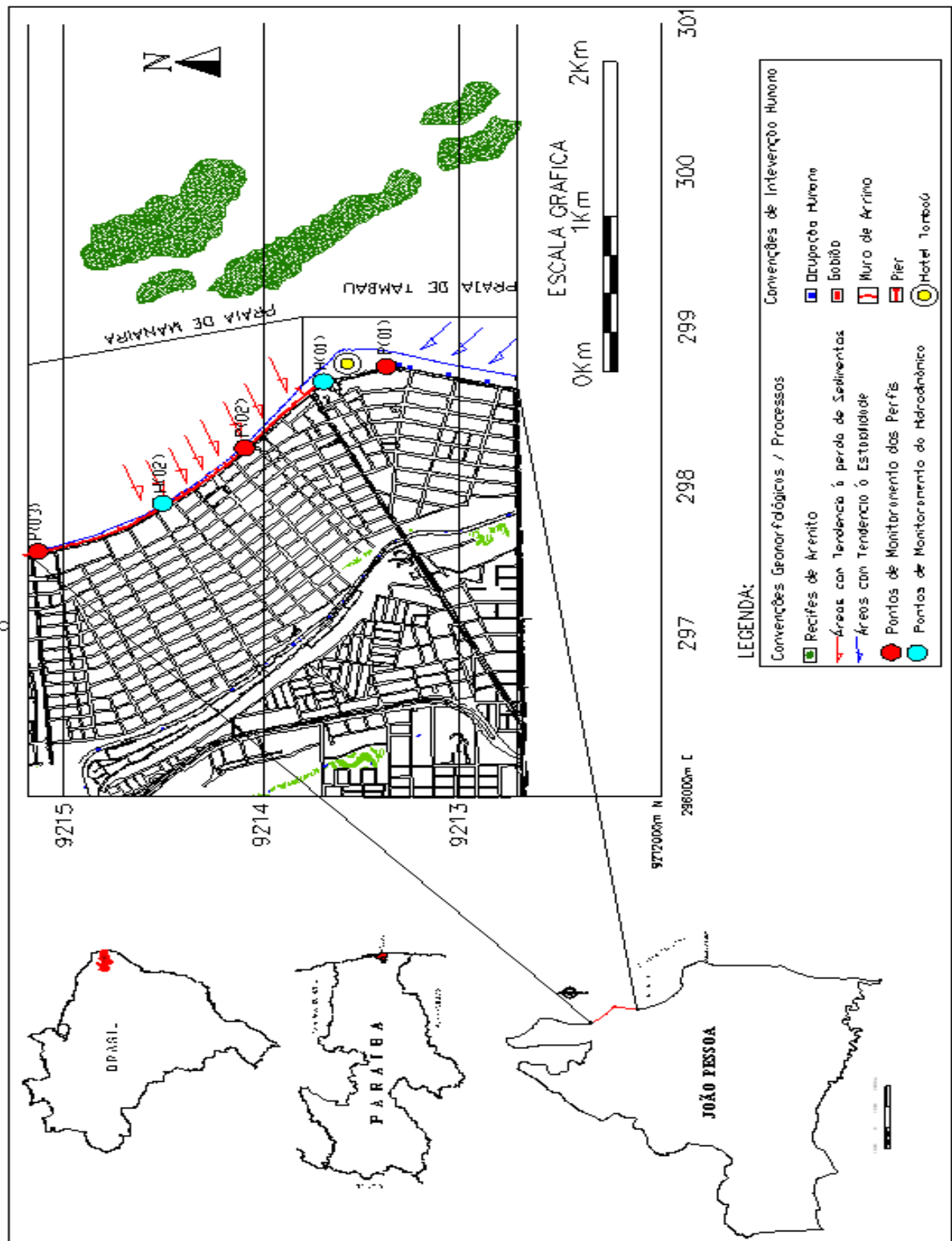


Figura 05: Mapa de localização da área de estudo, com indicação das áreas propícias à erosão e sedimentação, e dos pontos de monitoramento da hidrodinâmica e dos perfis de praia

Organização: Gustavo F. de Vasconcelos, 2010

Em outros locais, ainda observados na figura 05, escolhidos por estarem entre os perfis, foram estabelecidos pontos para o monitoramento da hidrodinâmica (Hs) nas marés altas de sizíguas de lua nova, com o intuito de compreender a hidrodinâmica existente entre eles, com o auxílio de alguns equipamentos como: prancheta, bússola, clinômetro, termômetro de água, anemômetro, cronômetro de bolso, flutuador e régua. Os pontos escolhidos para a observação mensal da hidrodinâmica foram: Tambaú-H-01 (Mercado de peixes de Tambaú COORD. UTM./ 25298036 mE – 9214189 mN), entre o P-01 e o P-02 e Manaíra-H-02 (Quadra de Manaíra COORD. UTM/ 25298663 mE – 9213653 mN) entre o P-02 e o P-03.

Posteriormente, com o propósito de obter informações detalhadas do atual grau de erosão, das características e do comprimento das praias em questão, foram feitas caminhadas ao longo da costa. Foram elaborados croquis e registros fotográficos de toda a área, com o propósito de documentar as formas de relevo observadas, para um melhor entendimento posterior da evolução das formas.

As medições e coletas citadas anteriormente foram feitas em todas as marés baixas de sizígia de lua nova (Perfis, Declividade e Coletas dos Sedimentos) e em todas as marés altas de sizígia de lua nova (Hidrodinâmica) durante o período compreendido entre os meses de janeiro de 2008 e janeiro de 2009.

Nivelamento topográfico

Para Muehe (1996), Souza (1999), Chaves (2005) e Reis (2008), o nivelamento topográfico é muito importante para fornecer um conhecimento a respeito de como funciona o transporte sedimentar de uma determinada área. No caso deste trabalho o nivelamento foi utilizado, juntamente com a coleta de sedimentos e com a hidrodinâmica, para definir o balanço sedimentar das praias em questão.

O nível e a mira falante serviram para retirar no relevo as cotas altimétricas de pontos mais representativos previamente marcados com piquetes e, com o auxílio de uma trena, as distâncias entre estes foram retiradas. Ou seja, é feito um nivelamento geométrico no qual o observador com o auxílio do nível efetua visadas horizontais em direção à mira falante que é colocada verticalmente nos locais dos piquetes desde o RN inicial (cota 0), até 25 m após a linha-d'água. Quando a visada não se faz mais possível de ser concretizada, por causa da diferença altimétrica, são necessárias mudanças de estação, conforme explicado na figura 06. Todas as cotas e distâncias foram anotadas em uma planilha de nivelamento proposta por Chaves (2005), que está no anexo deste trabalho.

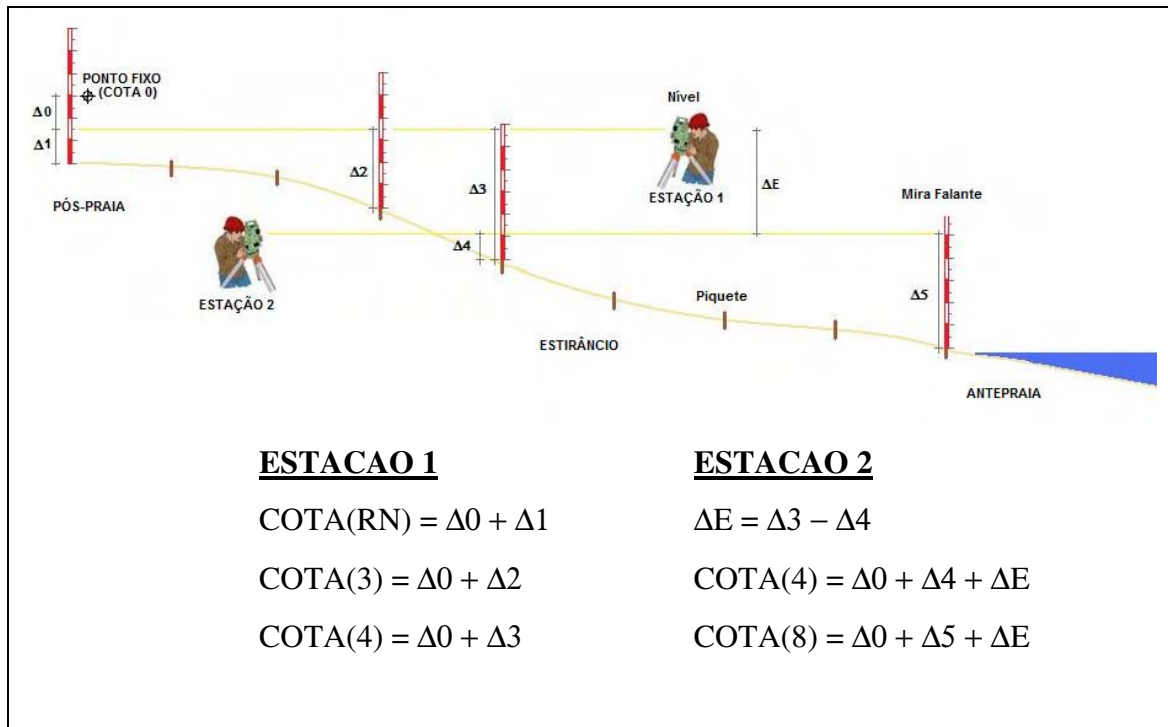


Figura 06: Esquema de como é efetuado o nivelamento topográfico com mudança de estação

Organização: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Declividade de praia

A aferição da declividade da praia, segundo Muehe (1996), deve ser feita utilizando-se a unidade em graus, mais precisa para ambiente praias. Com efeito, decidiu-se adotar esta metodologia para melhor caracterizar as praias estudadas e melhor entender a evolução destas ao longo do ano. Para isso, o equipamento utilizado foi o clinômetro, que serviu para se obter a declividade das praias, mais especificamente, da zona de estirâncio. O equipamento foi confeccionado utilizando-se um pedaço de alumínio medindo 30 cm de comprimento, um transferidor de plástico de 180° e uma agulha de alumínio com um pequeno pedaço de chumbo na parte inferior (ver figura 07):



Figura 07: Clinômetro para medir a declividade da praia

Autor: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

As medições de declividade são muito importantes para o acompanhamento do estado morfológico em que se encontra uma determinada praia, fornecendo uma média anual do comportamento da morfologia das praias estudadas.

Coletas de sedimentos

As coletas de sedimentos são muito importantes para uma posterior análise granulométrica que, segundo Guerra & Guerra (2005), especificam as dimensões dos grãos presentes nas amostras recolhidas em campo. Estas informações, para os autores, são imprescindíveis na determinação do estado em que se encontra a praia.

Durante as coletas foram retirados cerca de 500 g de sedimentos da camada superficial nos compartimentos de relevo de praia (antepraia, estirâncio e pós-praia). Estes foram recolhidos com um pedaço de cano com uma extremidade lacrada e em seguida, acomodados em sacos plásticos de 1 kg constituídos de polietileno transparente. Nas etiquetas foram escritas informações como: data, ponto monitorado e compartimento do relevo de praia.

Coleta de dados Hidrodinâmicos

Os dados hidrodinâmicos, segundo a metodologia proposta por Muehe (1996), são imprescindíveis para qualquer trabalho que venha a caracterizar a dinâmica costeira de uma praia. Os dados coletados foram os seguintes: altura significativa e período das ondas; velocidade e direção das correntes e ventos; ângulo de incidência e propagação das ondas, além das temperaturas da água e do ar. Adicionalmente, também foi utilizado

o clinômetro já mencionado anteriormente, para a medição das declividades de estrâncio. Todos estes dados foram obtidos sempre em maré alta de sizígia de lua nova e anotados em campo nas planilhas de dados hidrodinâmicos propostas por Chaves (2005), que estão presentes no anexo deste trabalho.

Altura significativa das ondas

Para a retirada da altura significativa das ondas, utilizou-se a mira falante a qual era fixada na areia. E, posteriormente, o observador fazia a medida, em centímetros, da variação existente entre a crista da onda e a linha do horizonte, antes da sua arrebentação (Figura 08). Esta operação foi repetida por 10 vezes a cada campo, no intuito de se obter a média e o desvio padrão das medidas.



Figura 08: Aferição da altura de onda em campo, com destaque para a mira falante
Autor: Severino dos Ramos Alves da Silva, 2008

Velocidade das correntes e direção dos ventos

A velocidade dos ventos foi aferida nos locais de medição da hidrodinâmica (H-1 e H-2), com o auxílio de um anemômetro, onde foi estabelecida uma média da velocidade durante o período de 5 minutos (ver figura 09).



Figura 09: Leitura da velocidade dos ventos, com destaque para o anemômetro
 Autor: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2008

A direção dos ventos foi obtida com o auxílio de um instrumento especificamente construído para isto. Este foi confeccionado utilizando uma chapa de 40 cm em alumínio cortada no formato de uma seta, dois pedaços de cano de 15 cm com diferentes diâmetros, um prego em aço de 5 cm e um cabo de vassoura. Esse instrumento, depois de fixado na areia, apontava para o sentido do vento, e com uma bússola em mãos foram retiradas as direções dos ventos em graus (Figura 10).



Figura 10: Instrumentos utilizados para aferição da direção dos ventos
 Autora: Luana Peixoto Rodrigues, 2009

A velocidade da corrente de deriva litorânea foi aferida com o auxílio de um flutuador construído pelo professor Magno Erasto de Araújo, do Departamento de Geociências da UFPB. Esse equipamento foi elaborado utilizando uma metade de uma esfera em isopor que

foi transpassada por um pedaço de 30 cm de comprimento em madeira, com quatro hastes em alumínio afixadas na porção que fica submersa. Na extremidade superior do instrumento, na parte que fica fora da água foi amarrado um fio de nylon medindo 10 m (ver equipamento na figura 11).

As medidas de velocidade foram efetuadas adentrando-se na água até a profundidade aproximada em 1,50 m. O flutuador, apontado na figura 11, era solto e o cronômetro era imediatamente acionado enquanto segurávamos firmemente a extremidade livre do fio de nylon. Quando este ficava totalmente esticado, o cronometro era desligado e o tempo anotado. Com o espaço percorrido pelo flutuador (10 m) e o tempo cronometrado, a velocidade da corrente era facilmente calculada. O processo foi repetido por três vezes, obtendo-se a média e o desvio padrão.



Figura 11: Equipamento utilizado para obter a velocidade da corrente durante o período da coleta, com destaque para o flutuador
Autor: Severino dos Ramos Alves da Silva, 2008

Período, ângulo de incidência e propagação das ondas

Para a aferição dos períodos de ondas, que é o intervalo de tempo, em segundos, para a passagem de duas cristas de onda sucessivas por um mesmo ponto fixo, o observador se posicionou, com um cronômetro em mãos, na zona de estirâncio diante do espriamento das ondas. Em seguida, cronometrávamos a passagem de 11 cristas pela zona de arrebenção (ponto fixo) e dividia-se o resultado por 10. Posteriormente, o tempo cronometrado era anotado na ficha de acompanhamento. Essa operação foi repetida dez vezes, obtendo-se os valores médio, máximo e mínimo dos períodos de ondas.

Em relação à leitura do ângulo de incidência, utilizou-se uma bússola. A diferença do ângulo formado entre o *trend* de ondas e a linha de costa é o ângulo de incidência, e foi medido em graus e anotado na ficha, já o ângulo de propagação das ondas é o mesmo da direção dos ventos, e foi coletado utilizando o instrumento confeccionado para aferir a direção dos ventos, mencionado no tópico anterior, e a bússola para a retirada do ângulo em graus.

Temperaturas da água e do ar

Para a leitura da temperatura da água do mar, foi utilizado um termômetro de mercúrio ($\pm 0,5^\circ \text{C}$). Já para a leitura da temperatura do ar, empregou-se um anemotermômetro de bolso (Figura 12).

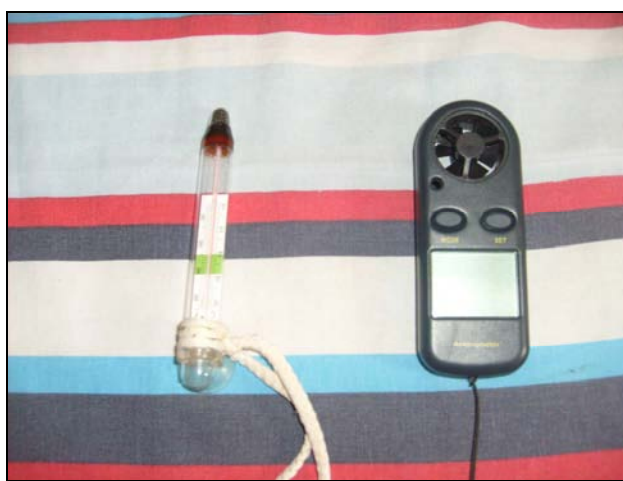


Figura 12: Termômetro de água no lado esquerdo e anemotermômetro do lado direito
Autor: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Atividades laboratoriais e de gabinete

O terceiro momento da pesquisa correspondeu às atividades de gabinete e laboratório. Nesta fase as informações obtidas no levantamento bibliográfico foram reunidas, interpretadas e utilizadas para a construção de cada capítulo da dissertação: as fotografias aéreas e imagens foram reunidas para a confecção dos mapas, as amostras de sedimentos e os dados morfodinâmicos foram tratados, compilados e analisados, para a obtenção dos resultados.

A partir dos levantamentos cartográficos feitos anteriormente, foi construída uma base de dados georreferenciados utilizando um software *CAD* e foi confeccionado o mapa de

localização com os pontos de monitoramento. Já para elaborar o mapa geológico-geomorfológico da área estudada, utilizou-se o software *ArcMap*.

Para a confecção do mapa de variação da linha de costa, foram utilizadas as fotografias aéreas de 1969, com escala de 1:70.000 e de 1985, com escala de 1:40.000. Estas fotografias foram georreferenciadas tomando como base a imagem de satélite “*Quick Bird*” de 2008. Assim, tomando como referência sempre a linha de preamar, conseguiu-se caracterizar as variações da linha de costa ocorridas num período de 39 anos. Vale ressaltar que a diferença nas amplitudes das marés nos anos, dias e horários das fotografias e imagem, trazem erros que devem ser levados em consideração nesta pesquisa.

Na fase de criação dos referidos mapas, alguns cuidados foram tomados no sentido de conhecer os dados e a origem dos mesmos, obedecendo às normas da ABNT e da Fundação IBGE, que regulam todo o processo de georreferenciamento e o mapeamento de todo o território nacional.

Em relação aos perfis, depois de medidos em campo foram calculadas as cotas e as distâncias em uma planilha do *Excel*. Em seguida, esses dados foram trabalhados no *Software*, o *Grapher-7*, chegando-se aos gráficos dos perfis. Ainda nesse programa foram calculados os volumes (em m³/m) de cada perfil, chegando-se às quantidades de sedimentos perdidos ou ganhos em cada perfil.

Os perfis e os dados hidrodinâmicos foram tratados, analisados e utilizados na classificação praial, segundo o parâmetro de Dean (Ω), que classifica as praias em seis (06) estágios, sendo quatro intermediários e dois mais extremos, o dissipativo e o refletivo (WRIGHT & SHORT, 1983).

O estágio dissipativo é representado por um perfil suavemente aplainado (com pouca declividade), geralmente composto por sedimentos finos, apresentando uma extensa zona de surfe e com ocorrência de bancos de areia paralelos à praia. O estágio refletivo é representado por perfis bastante íngremes (com alta declividade), normalmente com sedimentos grossos e com ondas arrebatando diretamente na face de praia. Já os estágios intermediários possuem maior complexidade morfodinâmica, são praias com elevada mobilidade onde ocorrem bancos arenosos longitudinais (SILVA; PATCHINEELAM; NETO & PONZI, 2004).

Ainda segundo Wright & Short (1983), foi necessário fazer uma adaptação por eles do parâmetro ômega de Dean sendo $\Omega = H_b / W_s \cdot T$, onde H_b corresponde à altura média de ondas; W_s é a velocidade de decantação do grão; e T é o período médio de ondas. Neste trabalho a velocidade de decantação do grão foi obtida a partir da granulometria média em (fi)

apresentada no estirâncio, conforme se pode observar na figura 13 elaborada por Dieter Muehe.

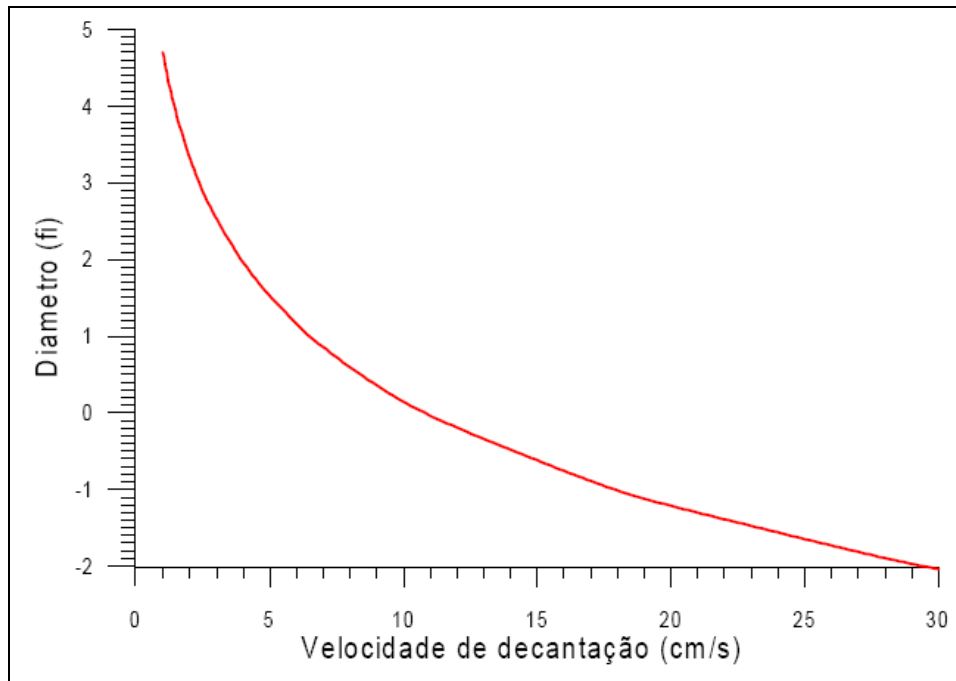


Figura 13: Gráfico correlativo entre a velocidade de decantação (cm/s) e o diâmetro médio (fi) do grão

Fonte: Gráfico elaborado por Dieter Muehe e disponibilizado para a presente pesquisa

Foram coletadas, ao longo da pesquisa 115 amostras de sedimentos e estas foram trabalhadas no Laboratório de Estudos Geológicas e Ambientais (LEGAM) do Departamento de Geociências da UFPB com a seguinte sequência no preparo:

1. Lavagem dos sedimentos em água corrente, para retirada de sais e materiais orgânicos (Figura 14A).
2. Secagem dos sedimentos em estufa por aproximadamente 24 h a uma temperatura de 70°C (Figura 14B).
3. Quarteamento dos sedimentos para homogeneizar as amostras (Figura 14C).
4. Pesagem de 100 g de cada amostra, com o auxílio de uma balança de precisão (Figura 14D).
5. Peneiramento de 100 g das amostras, durante 10 minutos, no agitador de peneiras (Figura 14E), utilizando as peneiras de fração mostradas no quadros 01.



Figura 14: Etapas (A, B, C, D e E) de tratamento dos sedimentos coletados no ambiente praiado da área em estudo

Autor: Henrique Elias Pessoa Gutierrez, 2009

A classificação granulométrica utilizada na pesquisa baseou-se em Wentworth (1922) (Classificação americana) com algumas adaptações, conforme se pode observar na figura 19:

Diâmetro (mm)	Adaptação
	Grânulo
1	-----
	Grossa
0,5	-----
	Média
0,25	-----
	Fina
0,125	-----
	Muito Fina
0,0625	-----
	Silte e Argila

Quadro 01: Quadro da escala Granulométrica (adaptação)
Adaptado por Gustavo Ferreira de Vasconcelos

Diâmetro (mm)	Wentworth. 1922 (Americana)
	Grânulo
2	-----
	Muito grossa
1	-----
	Grossa
1/2	-----
	Média
1/4	-----
	Fina
1/8	-----
	Muito fina
1/16	-----
	Silte e Argila

Quadro 02: Quadro da escala Granulométrica de Wentworth (1922) (americana)
Fonte: Suguio (2003)

De acordo com os quadros 01 e 02, os sedimentos retidos na peneira nº ½ mm correspondem nas tabelas granulométricas às areias grossas, os retidos na peneira nº ¼ mm correspondem às areias médias, os retidos na peneira nº 1/8 mm correspondem às areias finas, os retidos na peneira nº 1/16 mm correspondem às areias muito finas e os que passarem desta correspondem aos siltes e argilas.

Apesar das peneiras terem a malha com medidas em milímetros, às medidas em Φ introduzidas por Krumbein (1934), que é o logaritmo negativo de base dois da granulometria em milímetro, são mais utilizadas.

Para a escala em Φ , 2 mm corresponde a -1 Φ , 1 mm corresponde a 0 Φ , 0,5 mm corresponde a 1 Φ , 0,25 mm corresponde a 2 Φ , 0,125 mm corresponde a 3 Φ e 0,0625 mm corresponde a 4 Φ .

Como a quantidade de sedimentos colocados inicialmente no conjunto das peneiras foi igual a 100 g, a porção de sedimentos retida em cada uma delas é a porcentagem exata de cada tipo de material.

Em seguida, com a utilização da planilha *Excel*, foram compilados os dados e feitos gráficos com as porcentagens de cada tipo de sedimento. Além desses, foram confeccionados também gráficos com as médias do tamanho dos sedimentos, que foram utilizados para conhecer a velocidade de decantação do grão (W_s). Foi inserido nesses mesmos gráficos o desvio padrão.

Esse desvio padrão foi utilizado, segundo a classificação, com valores em Φ , proposta por Folk (1968), na qual: os grãos menores que 0,35 são muito bem selecionados; os que estão entre 0,35 e 0,50 são bem selecionados; os que estão entre 0,50 e 0,71 são moderadamente bem selecionados; os que estão entre 0,71 e 1,00 são moderadamente selecionados; os que estão entre 1,00 e 2,00 são mal selecionados; os que estão entre 2,00 e 4,00 são muito mal selecionados e os que são maiores que 4,00 são extremamente mal selecionados.

Capítulo 1
Fundamentação teórica

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo tem como objetivo fazer uma análise da geomorfologia e de suas novas tendências em relação aos estudos costeiros. Para isso, é necessário o entendimento de uma categoria analítica da Geografia, a paisagem, que vem sendo cada vez mais abordada pela geomorfologia nos seus trabalhos. Para tanto, foi necessário realizar um breve histórico da paisagem, e, mais especificamente, das paisagens costeiras, no contexto da ciência geográfica.

O homem sempre percebeu no conjunto da natureza a importância das diferenciações do relevo, desde para a construção de habitações, até para a escolha de caminhos menos acentuados para uma melhor locomoção. A área do conhecimento que tem como objeto de estudo as formas de relevo é a Geomorfologia (VASCONCELOS, 2007).

A geomorfologia surge a partir de dois núcleos distintos, o alemão (Naturalista) e o anglo-americano (Geologia estrutural e quantificação). Nos anos 70, a escola alemã, fugindo da tradição naturalista, integra-se as preocupações ambientais, enquanto que a escola anglo-americana preocupa-se com a análise morfométrica, a teoria probabilista e a teoria do equilíbrio dinâmico como maneiras de explicação das formas do relevo (SUERTEGARAY, 2002).

Ainda segundo Suertegaray (2002), também ocorreu uma preocupação ambiental nos Estados Unidos. Nos dias atuais, a preocupação com o ambiente cresceu em todo o mundo, em decorrência direta do aumento da produção capitalista refletindo também grandes transformações na geomorfologia. Hoje existe uma preocupação com a dinâmica dos processos naturais, com os sistemas de erosão e com a ação antrópica, fazendo surgir um novo campo de estudo, subárea da Geomorfologia, a geomorfologia antropogênica. Assim, esta referida área de estudo, que relaciona tanto os elementos naturais quanto os antrópicos, torna-se de relevante importância no contexto atual por possibilitar novos caminhos aplicados ao planejamento das zonas costeiras.

Com essa nova tendência, a geomorfologia assume de uma vez os estudos socio-ambientais, apreendendo a respeito dos processos do passado e do presente na constituição do relevo, e, para isso, a análise da paisagem torna-se imprescindível.

A geomorfologia apresenta uma estreita vinculação com a geografia, pois o relevo é um constituinte da paisagem geográfica. Assim, pode-se concluir que, enquanto o relevo é constituinte da paisagem geográfica, ele se torna um parâmetro a ser analisado, e, para

cumprir com esta tarefa, deve-se utilizar a categoria analítica paisagem nos estudos geomorfológicos.

Na década de 1990 surgiu uma tendência à reavaliação sobre a perspectiva analítica da geografia física e da geomorfologia, ampliando seu campo de análise, fazendo uma articulação entre o geossistema e os conceitos de território e de paisagem, trazendo com isso, as dimensões referentes ao poder, à economia e à cultura (BERTRAND, 1991).

Ainda segundo o autor citado no parágrafo anterior, há um resgate no conceito de paisagem, pois, a compreensão das formas de relevo na interação com outros elementos físicos, biológicos e antrópicos torna-se imprescindível para uma análise geomorfológica mais acertada.

Hoje é bastante difundida na ciência a compreensão do homem como processo geomorfológico ou como agente na produção/intensificação dos processos geomorfológicos. Segundo Suertegaray (2002), a geomorfologia atual se recria, em termos teóricos e metodológicos, saindo do centro e procurando em sua “fronteira” a possibilidade de estudar novas interfaces e fazer novas interpretações.

Assim, no contexto atual, a paisagem é amplamente estudada e utilizada por diversos autores da geomorfologia e em várias áreas do conhecimento. Ela, enquanto categoria de análise da geografia, está relacionada com a percepção de cada indivíduo, quando as relações espaço-tempo e sociedade-natureza se materializam.

Com o intuito de melhor compreender esta categoria de análise, imprescindível para a geografia e para os estudos geomorfológicos, é necessário um resgate histórico dos seus conceitos, para que se possa utilizá-la, sem equívocos, nas diversas áreas do saber científico.

Nesta pesquisa a paisagem costeira é muito importante, pois ela abriga um grande contingente populacional que gera transformações das mais diversas magnitudes, uma vez que interfere diretamente na dinâmica natural das praias, principalmente com as construções sem prévio estudo de impacto ambiental (PIRES, 2003).

Para Oliveira (2006), um estudo sobre a paisagem deve, primeiramente, partir da identificação de seus elementos constituintes para, posteriormente, analisá-los conforme as características da sua composição e estrutura. É um processo de diagnóstico que objetiva a análise do estado de estabilidade dos sistemas ambientais, de acordo com a existência de perturbações nas características biofísicas provocadas por agentes de ordem natural e/ou social.

Assim, entende-se que a reflexão a respeito da paisagem costeira é imprescindível, como também para a investigação dos fenômenos ocorrentes nesta área tão em evidência nos

dias atuais, seja pela difusão da filosofia do lazer, seja pelo aumento dos planos governamentais de turismo e/ou pela ausência de planejamento adequado.

1.1 Breve histórico sobre a categoria paisagem

Para se compreender o real significado da palavra "paisagem" é necessário entender os caminhos que ela adquiriu no decorrer do processo histórico, suas transformações e a aquisição de seus diversos sentidos.

Na Grécia Antiga, os grandes filósofos, observando a natureza, já especulavam o sentido da vida, procurando explicações sobre as ocorrências dos fenômenos naturais. No entanto, este olhar não identificava uma paisagem, conforme sua compreensão atual.

Mediante a história das artes, a natureza serviu de palco para reflexão e representação desde os primeiros registros do homem até os dias atuais. Ao observar as obras de arte antigas observam-se paisagens, instantes, contemplação, destruição sendo registradas através de esculturas e pinturas.

Pintores helenísticos criaram uma escola de pintura da paisagem, porém, nesse momento, a paisagem foi utilizada apenas com o intuito de decoração. Posteriormente, os artistas romanos deram continuidade a uma tradição helenística quando embelezavam as paredes do interior das casas com ilusões paisagísticas (WOODFORD, 1986).

No século XV, período no qual foi inventado o termo paisagem, até o seu ápice na estética do romantismo, percebe-se uma ampliação na concepção desse termo, funcionando enquanto conceito interartístico, sendo usado pela pintura, pela música e pela literatura. No século XX, através do estudo de artistas do tempo recente, a noção de paisagem sofre um desvio na direção de uma politização do termo, vinculando-o a questões ambientais e de políticas sociais, num enfoque privilegiadamente intercultural (CALQUELIN, 2007).

Na verdade, a Antiguidade e a Idade Média ignoravam o sentimento da paisagem, o próprio objeto não conhecia ainda determinação psíquica nem transformação autônoma cujo ganho final fosse confirmado e de certo modo capitalizado com o surgimento da paisagem na pintura.

Para Georg Simmel (1996), o caminho de se alcançar uma estimativa aproximada parece passar pela paisagem como obra de arte pictórica. Pois, segundo ele, a compreensão de todo o problema prende-se ao motivo no qual a paisagem no sentido artístico nasce quando se prolonga e se purifica cada vez mais o processo pelo qual a paisagem no senso comum se desprende da impressão crua que se tem das coisas da natureza tomadas em detalhe. Ainda para esse autor:

O que o artista faz é subtrair ao fluxo caótico e infinito do mundo, como imediatamente dado, um pedaço delimitado, o alcançar e o formar como unidade aquilo que até então encontra em si seu próprio sentido e cortar os fios que a ligam ao universo - é precisamente o que nós também fazemos, em dimensões menores, sem tantos princípios e de modo fragmentário, pouso seguro das suas fronteiras, quando temos a visão de uma “paisagem” no lugar de um prado e de uma casa, de um riacho e de um cortejo de nuvens (p. 16).

Percebe-se que para Simmel a natureza é uma totalidade e a paisagem é um conjunto de elementos presididos pelo que ele chama de *Stimmung*, que significa ao pé da letra, estado de espírito, ou seja, uma unidade que dá cor constantemente ou num dado momento à totalidade dos seus conteúdos psíquicos. É esse sentimento subjetivo e afetivo que permite fazer de um pedaço da natureza uma paisagem. Dessa forma, é a subjetividade do olhar que permite se falar de paisagem (MALDONADO, 1996).

Assim, compreende-se que a paisagem é algo bem mais complexo do que um simples recorte da natureza materializado no tempo. Entende-se que, para interpretá-la, é necessário, por parte do indivíduo observador, uma perspectiva mais ampla, a partir dos fundamentos que modelam a nossa imagem do mundo.

A capacidade perceptiva de cada indivíduo é fundamental na concretização da visão da paisagem. No entanto, a paisagem foi idealizada e reproduzida no decorrer da história principalmente das artes como equivalente da natureza, para inaugurar uma prática pictórica que acabou por influenciar nossas categorias cognitivas e espaciais.

Nos dias atuais, com a globalização, o conceito de paisagem tomou outras magnitudes, e, assim, ele vem se firmando cada vez mais. Sobre isso Calquelin afirma:

Ampliação das esferas de atividade outrora limitadas, bem circunscritas, a mescla dos territórios e a ausência de fronteiras entre os domínios são uma marca bem própria do contemporâneo; a paisagem não foge a essa regra. Sua *esfera se ampliou* e oferece um panorama bem mais vasto em apoio à tese construtivista. Ela compreende noções como a de meio ambiente (2007, p. 8).

Portanto, a paisagem torna-se muito importante para as ciências, tanto naturais, quanto sociais. Na geografia, bem como na geomorfologia, ela serve como campo de atuação capaz de resgatar o passado e o presente em uma determinada área geográfica, da qual, fazem parte, inúmeras variáveis naturais e sociais extremamente dinâmicas e relacionadas entre si.

1.2 A paisagem na Geografia

A discussão sobre paisagem é um tema antigo na Geografia. Desde o século XIX, a paisagem vem sendo discutida para se entender as relações sociais e naturais em um determinado espaço. Dentro da Geografia, a interpretação do que é uma paisagem diverge nas múltiplas abordagens geográficas.

Em geral, a paisagem, para a Geografia, passou a ser compreendida como uma área repleta de feições homogêneas, passível de ser delimitada pela nossa percepção, onde ocorrem diversas inter-relações entre os elementos bióticos e abióticos da natureza com a sociedade em toda sua complexidade.

A paisagem é, portanto, um campo de investigação da geografia, o qual permite compreender o espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico que possui uma estruturação, um funcionamento e uma dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos (CHRISTOFOLETTI, 1982).

Para Romero e Jiménez *apud* Zonneveld (2002), a paisagem é a fisionomia que resulta da combinação espacial entre os elementos físicos e antrópicos, ou seja, um complexo de sistemas relacionados que compõem uma parte reconhecida da superfície terrestre.

Dessa forma, a paisagem passa a ser entendida como um conjunto dos elementos físicos e biológicos (natureza), composta por intervenções das sociedades no espaço e no tempo, ou seja, um processo dinâmico, no qual estão atreladas as diversas necessidades e interesses políticos e socioeconômicos em um determinado espaço.

Nesse contexto, a natureza e a paisagem são indissociáveis. Para Escribano et al. (1989), a natureza se desenvolve no meio físico, que por sua vez, compõe uma paisagem em constante evolução no tempo e no espaço, sujeita a transformações lentas ou bruscas. A paisagem, para este autor, é entendida como recurso natural e patrimônio cultural do homem.

Assim, por um lado, a paisagem é concebida como uma imagem do território percebível e valorizada pelo homem, considerada como uma criação da mente humana (MARTÍNEZ DE PISÓN, 1983). E, por outro, segundo Zonneveld (2002), ela é entendida como um feito real que existe na superfície terrestre, feito este, complexo e dinâmico, cuja natureza e características são independentes do significado que os grupos humanos lhe atribuem. Ainda para Zonneveld, “paisagem é uma certa porção do espaço, o resultado da combinação instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem-na um conjunto único e indissociável em perpétua evolução” (2002, p. 2).

Entende-se que, para perceber efetivamente uma paisagem, é necessário levar em consideração aspectos que, por estarem fisicamente ocultos, não se expressam visivelmente como elementos gasosos e fluxos energéticos, porém, estes podem estar por trás de todo o funcionamento dela, e não considerá-los, pode induzir a falsas interpretações.

A subjetividade na valorização, segundo Domingues (1992), é outro aspecto que afeta a interpretação da paisagem. Para ele a percepção da paisagem não depende só da “moldura geográfica real” e sim da interpretação que individual ou socialmente se faz do mesmo.

Sobre a paisagem, Romero e Jiménez (2002) relatam a respeito do vínculo existente entre a paisagem e o território que, apesar de distintos, o território constitui estrutura fundamental que produz a paisagem, e este último possui o caráter sintético do território; são, portanto, entidades distintas e indissociáveis.

Outro autor importante para a ciência geográfica, na concepção dos estudos da paisagem, foi Carl O. Sauer. Para ele, a paisagem era um conhecimento específico que servia para diferenciá-la das outras ciências. Esta Geografia considerava a paisagem como uma unidade espacial definida em termos formais, funcionais e genéticos.

Sauer (1998) trata a paisagem a partir de uma perspectiva morfológica, tanto em aspectos naturais como em aspectos humanos (culturais). Para ele, a paisagem cultural representa uma materialização de pensamentos e ações humanas, no entanto ele nunca sai do seu caráter físico-material, possivelmente devido à forte influência do positivismo descritivo da época.

Segundo as palavras de Sauer,

Não podemos formar uma ideia de paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas ao espaço. Ela está em um processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição. Assim, no sentido corológico, a alteração da área modificada pelo homem e sua apropriação para o seu uso são de importância fundamental. A área anterior à atividade humana é representada por um conjunto de fatos morfológicos. As formas que o homem introduziu são um outro conjunto (1998, p. 42).

Para este autor, a composição da paisagem era realizada, tanto por elementos naturais ou criados pela natureza sem a interferência do homem, quanto por elementos culturais ou testemunhos do trabalho humano no passado e no presente, na qual a paisagem estava sujeita a mudanças pelo desenvolvimento de determinada cultura ou por sua substituição.

Sauer privilegiava a abordagem da análise morfológica da paisagem, onde a cultura é apreendida através da análise das técnicas, dos utensílios e das transformações das paisagens,

ou seja, dos aspectos materiais, utilizados pelo homem de forma a modificar o ambiente natural visando a torná-lo mais produtivo.

Segundo as ideias de Sauer, a paisagem natural era composta de fatores ou bases (Fatores Estruturais e Fatores Climáticos) que, em um determinado tempo, gerariam as formas, ou seja, a Geologia, Relevo, Hidrografia, Solos e Vegetação. E que estas formas, por sua vez, constituiriam a paisagem natural.

Ainda segundo Sauer, a paisagem cultural era constituída pelos fatores culturais que, em determinado tempo, agindo no meio (paisagem natural), propiciariam as formas da População, Habitação, Produção e Comunicação. E que estas, por sua vez, formariam a paisagem cultural.

O autor acima citado concebe a paisagem como algo modificável, construtivo e temporal. A paisagem para ele pode ser cultural ou natural. A cultural é aquela que o homem já modificou com seu trabalho e vivência e a natural seria uma paisagem sem mudanças humanas somente as físico-naturais ocorrentes no meio, o que praticamente não existe, porque as mudanças ocasionadas pelas novas técnicas e a busca econômica pelo lucro devastaram em escala global o natural.

Assim, a finalidade dos estudos geográficos é analisar as paisagens culturais, e a morfologia física deve ser vista como um meio, transformado pelo agente que é a cultura (SAUER, 1998). Dessa forma, no estudo morfológico proposto por este autor não eram considerados os aspectos subjetivos da paisagem, pois estes não podem ser classificados ou mensurados, e, sendo assim, não poderiam fazer parte do contexto científico.

Com uma visão diferenciada em relação à de Sauer, Milton Santos (1994) possuía outra perspectiva de paisagem; ela representava para ele “tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons, etc.”

Ainda para Santos a paisagem é “um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; é formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério. Desse modo ela é sempre heterogênea” (1994, p. 65).

Na concepção de Santos a paisagem é uma espécie de marca para a história do trabalho, das técnicas. Por isso, ela própria é parcialmente trabalho morto, já que é formada por elementos naturais e artificiais ao longo do tempo. A natureza natural, ou seja, a que não sofreu influência do homem, não é trabalho. Já o seu oposto, a natureza artificial, resulta de

trabalho vivo (atual) sobre trabalho morto (pretérito). Nesta perspectiva, a paisagem é entendida como o conjunto de objetos que o corpo alcança e identifica.

No livro *A Natureza do Espaço* (1999), Milton Santos trabalha o conceito de rugosidades do espaço que reflete as diferenças entre as técnicas antigas e novas utilizadas num dado espaço e tempo. Nesse contexto, a técnica é vista como tempo congelado e que revela uma história. Dessa maneira, ele concebe paisagem como a expressão materializada do espaço geográfico, interpretando-a como forma.

Em sua obra, Santos tece uma crítica a Sauer no sentido de que os tempos mudaram e hoje não é mais possível falar da existência de paisagens puramente naturais. Privilegia então o caráter antropocêntrico da paisagem.

Santos privilegia outro aspecto da paisagem que foi relegado por Sauer, que são os aspectos subjetivos da paisagem, quando ele afirma que a paisagem depende da nossa percepção.

Ainda em Santos, ele entende a paisagem como um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais de idades e tempos diferentes representativos das diversas maneiras de construir e reconstruir o espaço. Desse modo a paisagem é apreendida, levando-se em consideração a sua totalidade. A realidade é interpretada e os fenômenos são observados como parte de um fenômeno maior, integral, sendo a paisagem percebida pelo indivíduo não como uma soma de objetos próximos uns dos outros, mas de forma simultânea.

Neste trabalho, concorda-se com a visão exposta por Santos, pois a paisagem é entendida como uma categoria de análise muito complexa, formada por elementos naturais e sociais constituídos historicamente em diferentes momentos. Além disso, a compreensão destes elementos obedecerá à percepção de cada indivíduo.

1.3 Dinâmica da paisagem costeira

A beleza cênica que as paisagens costeiras possuem, atrai muitas pessoas com o intuito de usufruir desses espaços, porém, isto tem que ser feito de maneira consciente, com um planejamento adequado, no intuito de minimizar os impactos ocasionados pela ocupação do solo desordenada.

As paisagens costeiras possuem, também, uma apropriação cultural, que as caracteriza como espaço do lazer. A maior parte das metrópoles contemporâneas localiza-se a beira-mar. Dessa forma, essas áreas abrigam um contingente populacional denso e concentrado com uma gama de atividades econômicas (MORAES, 1999).

Contudo, ocorre nessas paisagens costeiras uma crescente geração de conflitos quanto à destinação de terrenos e demais bens sob o domínio da União, com reflexos nos espaços de convivência e lazer, especialmente das praias, que são consideradas de uso comum do povo (MMA e MPO, 2004).

Assim, a percepção do ambiente costeiro permite visualizar as diferentes formas da paisagem e entender a dinâmica dos variados processos que já ocorreram e dos que ainda ocorrem nessa área, estabelecendo relações entre eles.

A dinâmica da paisagem costeira, segundo Rodrigues et al. (1995), surge das articulações complexas entre os elementos físicos, biológicos, socioeconômicos e culturais, em diferentes estágios de desenvolvimento e organização, que interferem e transformam a paisagem. Estas mudanças ocasionadas pela dinâmica ocorrem numa área geográfica, onde suas formas e fisionomias, naturalmente, alteram-se rapidamente num curto espaço de tempo.

Para uma análise mais adequada da dinâmica costeira da paisagem, são utilizados como critérios: forma do relevo integrada às interfaces atmosfera-litossfera-hidrosfera, ecossistemas, processos morfogenéticos, pedogenéticos e oceanográficos, além da intervenção socioeconômica e cultural das sociedades, que serão responsáveis pela formação de diversificadas paisagens (RODRIGUES et al., 1995).

Diante do exposto, a paisagem costeira vem se modificando, ao longo do tempo, com vários agentes dinamizadores, sejam eles naturais ou artificiais, em escala local, como é o caso do processo de ocupação humana; ou em escala global, neste caso considera-se o aumento do nível dos oceanos por fatores climáticos. Assim, de forma complexa e integradora, deve-se compreender a dinâmica da paisagem costeira, que é palco de diversos elementos e forças que interagem entre si numa escala temporal e espacial.

A dinâmica costeira deve ser analisada em diversas escalas espaciais e temporais. Desde escalas regionais e de tempos pretéritos, para compreender a evolução geológica das zonas costeiras, até escalas locais e períodos atuais (ÂNGULO, 2004).

Para embasarmos a geologia desta pesquisa, utilizamos diversos autores, dentre os quais se destacam: Barbosa e Lima Filho (2005) que nos forneceram a nomenclatura da bacia sedimentar da Paraíba, e Martin et al. (1993) que nos forneceram dados fundamentais a respeito de antigos níveis marinhos do quaternário que formaram as planícies costeiras no litoral brasileiro.

Atualmente, os estudos referentes à dinâmica costeira têm se concentrado dando ênfase na granulometria e na evolução dos perfis de praia, em detrimento dos processos que os regulam. Deve-se, no entanto, reconhecer que as condições ambientais podem ser

estudadas simultaneamente para compreender as relações entre os elementos naturais e os artificiais que interferem na dinâmica das paisagens costeiras (CAVALCANTI & VIADANA, 2007).

Bloom (1978) fez referência ao estudo das zonas costeiras, quando trabalhou com as trocas de energia na costa e as paisagens costeiras, relatando a dinâmica das ondas, marés e organismos, responsáveis pela energia do ambiente costeiro. Ainda para ele, as fontes e o transporte de sedimentos costeiros são também muito importantes.

Com relação às paisagens costeiras, Bloom (1978) ressalta uma série de parâmetros naturais, responsáveis por sua evolução: tempo, sedimentação e erosão, submergência e emergência.

A dinâmica natural, segundo Cavalcanti e Viadana (2007), está relacionada ao conjunto de processos costeiros e à morfologia da linha da costa continental; através destes, ocorre um fluxo aberto de energia e matéria. Esta dinâmica consiste basicamente na entrada, transporte, deposição e perda de sedimentos ao longo da linha da costa.

Envolvidos diretamente nesse processo, encontra-se a direção predominante da corrente marítima que carrega os sedimentos até águas profundas; o embate das ondas e marés, que proporcionam o fluxo de sedimentos necessários para a deposição e/ou erosão de uma praia; os sedimentos transportados pelos cursos de água, que abastecem o sistema e, finalmente, os sedimentos transportados pela deriva litorânea nas praias (CAVALCANTI & VIADANA, 2007).

Além do que foi dito no parágrafo anterior, Short e Hesp (1982) ressaltam a importância do transporte eólico de areias em direção ao continente; para eles a forma e o tamanho da parte subaérea da praia, ou seja, a morfologia ou topografia dela é um fator decisivo para o volume e a taxa de transporte eólico de sedimentos.

Em relação à mobilidade de uma praia, Short e Hesp (1982) relatam que esta é definida como o movimento normal da linha de costa, ela é medida a partir do desvio padrão da posição média da linha de costa. Ainda para estes autores, as praias com alta mobilidade indicam alta suscetibilidade aos processos de erosão e deposição e apresentam mais variedades morfológicas do que uma praia com baixa mobilidade.

Para Wright e Short (1983), a probabilidade de uma praia sofrer erosão depende do estado morfodinâmico que esta possui, ou seja, um mesmo clima de ondas incidindo em praias de estados diferentes deverá causar erosão em algumas e deposição em outras.

Nesse contexto, segundo Short e Hesp (1982), as praias dissipativas possuem face de praia e zona de surfe largas, com baixo declive e linha de costa com pouca ou moderada

estabilidade indicando uma baixa mobilidade. Já as praias intermediárias possuem uma mobilidade que varia entre moderada a alta e moderada a baixa, enquanto que nas praias refletivas as erosões são frequentes, porém de extensão e duração limitadas, ou seja, sua recuperação é rápida. Assim, embora ocasionalmente escarpadas, as praias que apresentam este estado reflexivo permanecem quase sempre estáveis.

Wright e Short (1983) afirmaram que quanto mais longo for o período de análise de uma praia, ela tenderá a apresentar um estado mais recorrente. A mobilidade de uma praia é o resultante da inter-relação temporal dos estados de praia com a variação de linha de costa e o perfil praial.

No Brasil, um pesquisador muito importante para o desenvolvimento de técnicas empregadas aos ambientes costeiros é Dieter Muehe que, em (1996), na obra *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações* ele explica como executar diversas metodologias referentes ao campo desse trabalho.

Outro autor muito importante para o desenvolvimento dessa pesquisa foi Kenitiro Suguio que, em 2003, com a obra *Geologia Sedimentar*, forneceu a essa pesquisa conhecimentos sobre a sedimentologia, que foram imprescindíveis para a análise granulométrica.

Além destes autores, recebemos inúmeras contribuições a respeito das técnicas de hidrodinâmica empregadas no trabalho de Chaves (2005). Utilizamos também uma bibliografia local, que nos forneceu um maior suporte teórico e metodológico. Dentre essas obras podemos destacar a de Moura (2001), Neves (2003), Pires (2003), Vasconcelos (2007), Reis (2008) e Silva (2009), que estudaram o padrão de circulação oceânica local.

Embora a existência, principalmente nas últimas décadas, de diversos estudos que enfatizam a posição e natureza da linha da costa e sua alteração ao longo do tempo, deve-se procurar novos critérios de avaliação, como os que dão ênfase às mudanças ambientais em consequência da ocupação humana (CAVALCANTI & VIADANA, 2007).

Na atualidade, as ações da sociedade são concretas e dinâmicas, desenvolvem-se e se expandem pelas zonas costeiras, indiferentes aos danos que possam vir a causar. Nesse contexto, a paisagem costeira manifesta-se como um espaço natural, modificado pelas atividades humanas.

Com efeito, o balanço sedimentar a que uma praia está sujeita consiste basicamente no resultado entre a contribuição (crédito) e a perda (débito) de sedimentos. A erosão de uma determinada praia está relacionada ao déficit de seu balanço sedimentar. Normalmente essa

erosão encontra-se, também, associada aos impactos causados pela ação humana (KOMAR, 1983).

As intervenções cada vez mais agressivas da sociedade sobre a natureza e os danos a esta causados, são indicadores que merecem ser investigados, pelas diversas ciências e, principalmente, pela ciência geográfica. Dessa forma, pode-se contemplar um estudo de dinâmica costeira de forma integrada.

Os impactos advindos da ação antrópica, mais particularmente em zonas costeiras, podem ser identificados de forma generalizada em escalas diversas ao longo da costa nos limites do território nacional, exemplificados pelo crescente desmatamento dos biomas costeiros, o aterro dos sistemas de manguezais, lançamento de efluentes domésticos e industriais nos cursos de água, construção de obras dentro da dinâmica das praias alterando a deriva dos sedimentos, resultando em níveis diversos de impactos aos sistemas ambientais (OLIVEIRA, 2010).

Para Oliveira (2010), as relações estabelecidas entre o homem e a natureza vêm se ampliando e tornando-se necessária a criação de técnicas cada vez mais sofisticadas e complexas. Essas relações estão intrinsecamente ligadas à produção de bens de consumo, que, na maioria dos casos, tem levado a constantes crises entre sociedade e natureza.

Dessa forma, torna-se de grande importância um resgate teórico sobre a dinâmica apresentada pela paisagem costeira, pois, o ambiente costeiro pode exprimir implicitamente ou explicitamente significados naturais, políticos, culturais, econômicos, sociais, artísticos, arquitetônicos e religiosos, de vários momentos históricos. Contudo, a análise da dinâmica costeira, levando em consideração, tanto as características naturais, quanto as sociais, é fundamental para se trabalhar com estudos referentes à zona costeira. Cabe ao olhar do pesquisador, o desvendar desses significados e a relação analítica existente entre os diversos elementos que integram a paisagem costeira.

Assim, com o intuito de descrever fisicamente a paisagem costeira das praias de Tambaú e Manaíra, para uma melhor compreensão dos fenômenos ocorrentes nesta área, o próximo capítulo desta pesquisa vem a contemplar os principais elementos naturais que fazem parte desta paisagem.

Capítulo 2

Caracterização geral dos aspectos físicos da área

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS FÍSICOS DA ÀREA

Neste capítulo, faremos uma breve descrição dos diversos elementos físicos que compõem a paisagem costeira do município de João Pessoa/PB. Enfatizaremos desde o clima até os fatores oceanográficos que influenciam diretamente no desencadeamento dos processos costeiros.

2.1 Clima

O clima é de extrema importância para o entendimento do quadro natural, podendo ser, em alguns casos, determinante na caracterização de uma paisagem. Ele atua diretamente na modelagem dos relevos, na formação dos solos e na vegetação predominante de uma região.

Segundo a classificação de Köppen, o município de João Pessoa/PB apresenta um clima local do tipo **As'**- caracterizado como tropical quente e úmido, com a maior parte das chuvas no período de outono e inverno, compreendendo os meses de abril a junho, com precipitações mensais entre 250 e 350 mm. Já no período de verão são registradas as menores taxas de precipitação, variando entre 40 e 70 mm, conforme podemos observar na figura 15.

Os gráficos abaixo, referentes ao clima, foram construídos através dos dados coletados pelo Laboratório de Energia Solar (LES) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), e correspondem a mais de 30 anos de coletas de dados contínuos, tempo suficiente para nos fornecer uma normal climatológica.

Pode-se observar ainda na figura 15 que, durante o período de 1976 a 2008, o mês com maior precipitação é o de junho com cerca de 350 mm, enquanto que o mês de novembro apresenta a menor taxa ficando por volta dos 40 mm.

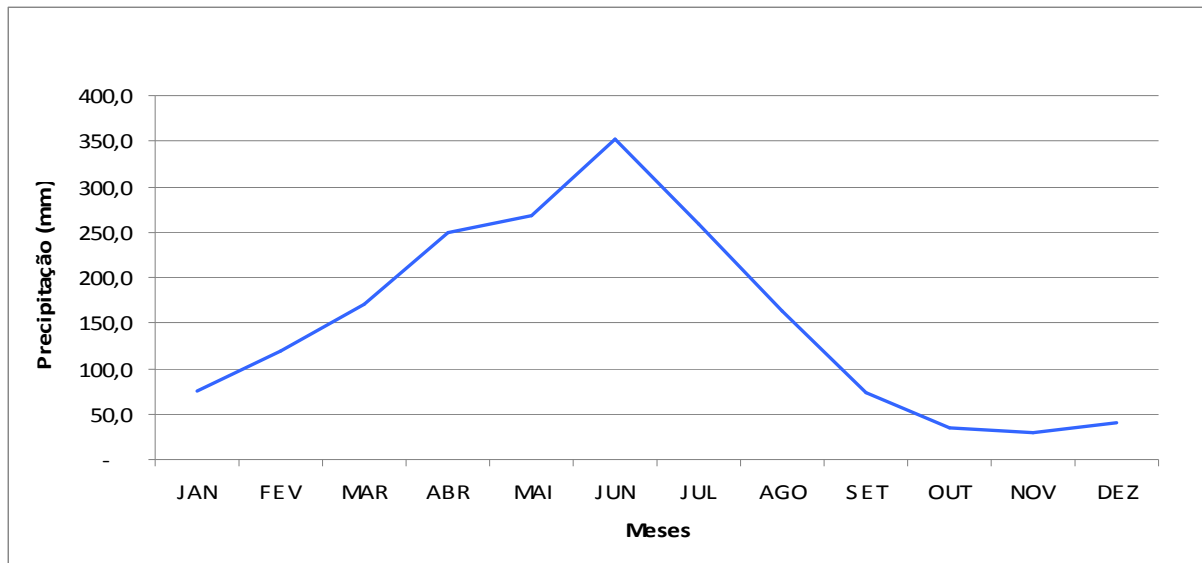


Figura 15: Precipitação média mensal da cidade de João Pessoa no período de 1976 a 2008
Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

O que podemos observar na figura 16, a respeito da precipitação anual no período de 1976 a 2008 é uma grande irregularidade nas precipitações, com uma variação que vai de aproximadamente 1.200 mm, nos anos de 1983, 1993, 1998, 2001 e 2006 até aproximadamente 2.800 mm, nos anos de 1985, 1994 e 2000. No ano de 2008 as precipitações ascenderam de 2.200 mm para aproximadamente 2.500 mm.

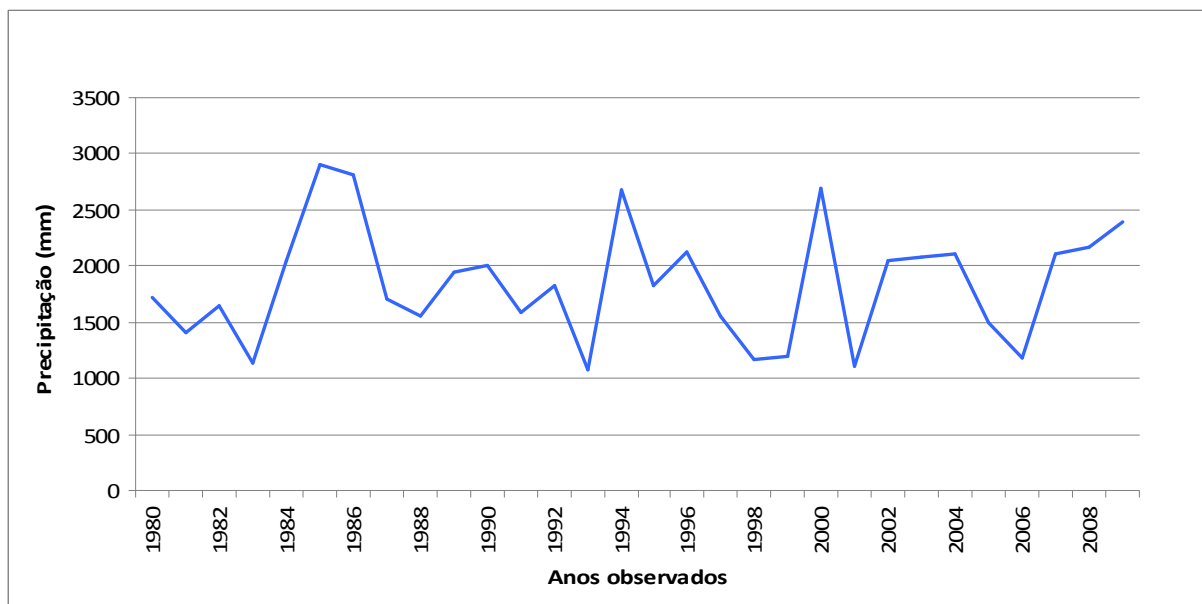


Figura 16: Precipitação anual no período de 1976 a 2008
Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

A temperatura do ar para a cidade de João Pessoa/PB apresenta médias térmicas anuais variando entre 26°C e 28°C (SUDENE, 1978).

O que podemos perceber na figura 17 é que a temperatura média mensal na cidade de João Pessoa está associada diretamente às estações do inverno e do verão, e que os valores mais elevados ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro com média em torno dos 28°. A partir do mês de abril as temperaturas médias começam a declinar, atingindo o menor valor em julho (25°).

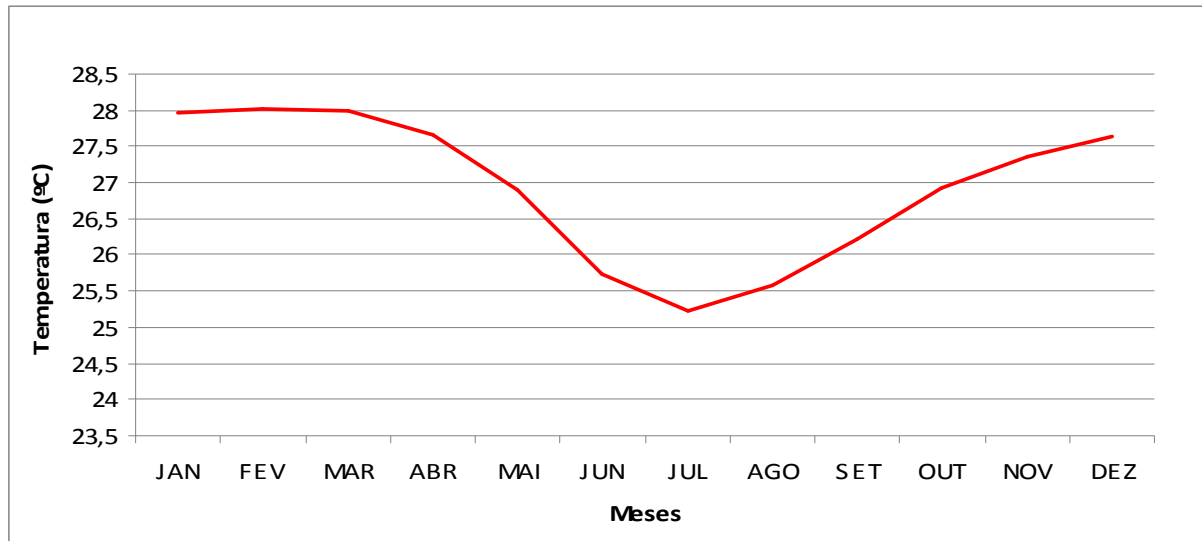


Figura 17: Variação da temperatura do ar média mensal (1976 a 2008)

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Segundo a figura 18, a temperatura média do ar, entre 1976 e 2008, oscilou bastante, mas com evidência de um aumento progressivo, com mais de 1,5° de 1976 a 2008. Assim, em apenas 32 anos, a temperatura do ar na cidade de João Pessoa teve um aumento considerável, porém, esta elevação da temperatura do ar também ocorre em escala global, ocasionando um possível derretimento do gelo presente nos pólos, podendo acarretar o avanço da linha de costa, principalmente nas zonas costeiras com baixas altitudes.

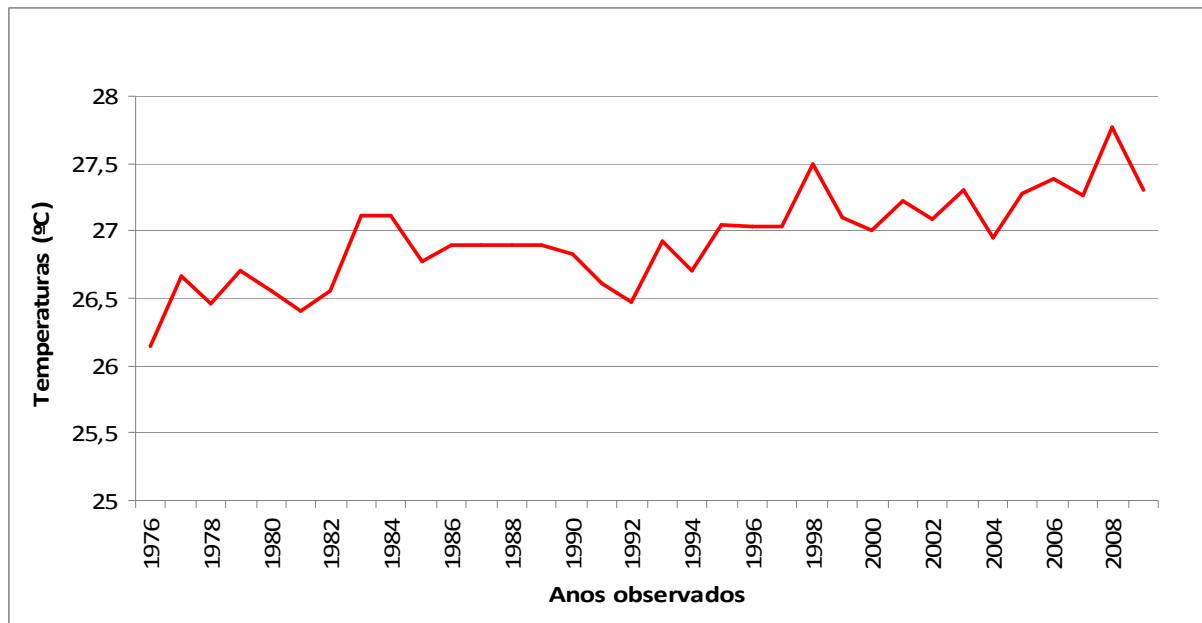


Figura 18: Variação da temperatura média do ar entre 1976 e 2008

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

A variação da radiação solar média mensal (1976 a 2008) verificada na figura 19, acompanhou a variação da temperatura média do ar, ficando os meses de outubro a fevereiro com as maiores taxas em torno dos 6 Kw/m², enquanto que nos meses de abril a agosto, ocorreram as menores taxas, por volta dos 5 Kw/m².

Pode-se observar, ainda, que o mês com maior radiação foi outubro, enquanto que o de menor radiação foi junho (Figura 19).

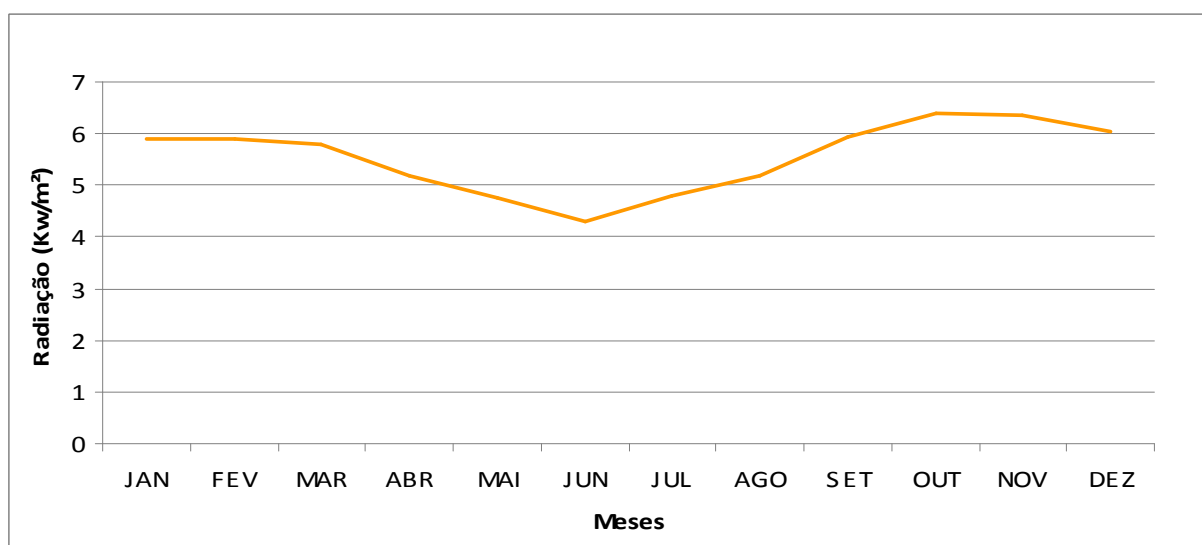


Figura 19: Variação da radiação solar média mensal (1976 a 2008)

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Os dados evidenciam que no período de 1976 a 1980 a radiação solar manteve-se

moderada por volta de 5 Kw/m^2 , mas de 1981 até 1995 a radiação solar manteve-se mais elevada, na casa dos 6 Kw/m^2 , porém, nos anos que sucederam até 2008 ocorreu uma oscilação por volta de $1,5 \text{ Kw/m}^2$.

Relacionando a figura 18 (de temperatura média do ar), com a figura 20 (de radiação solar média), percebe-se que, apesar da temperatura média do ar estar se elevando cada vez mais, a radiação solar média, em 30 anos, encontrou-se oscilando entre 5 Kw/m^2 e 6 Kw/m^2 . Portanto, não confirmando um aumento.

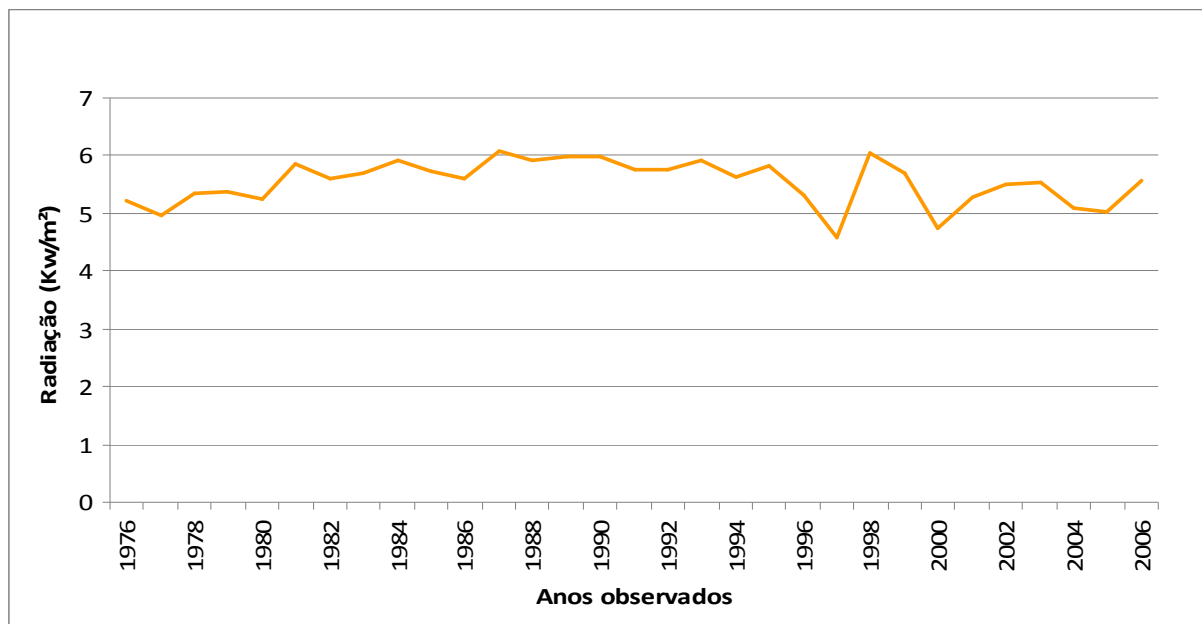


Figura 20: Variação da radiação solar média entre 1976 e 2008

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Em relação aos ventos predominantes no litoral paraibano, ocorrem os alísios de sudeste (SE), que sopram dos trópicos para o equador e a sua inclinação é dada pelo movimento de rotação existente em nosso planeta (NAKATA; COELHO, 1978). Apesar da predominância dos ventos de sudeste o ano todo, segundo a figura 21, ocorre também entre os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março os ventos alísios de nordeste (NE) e de leste (L), com baixa intensidade, ou seja, valores na ordem de $2,5 \text{ m/s}$ (SUDENE, 1978). Já nos meses de abril a setembro ocorrem também em menor frequência os ventos sul (S) e sudoeste (SW), conforme podemos observar nas figuras 21 e 22:

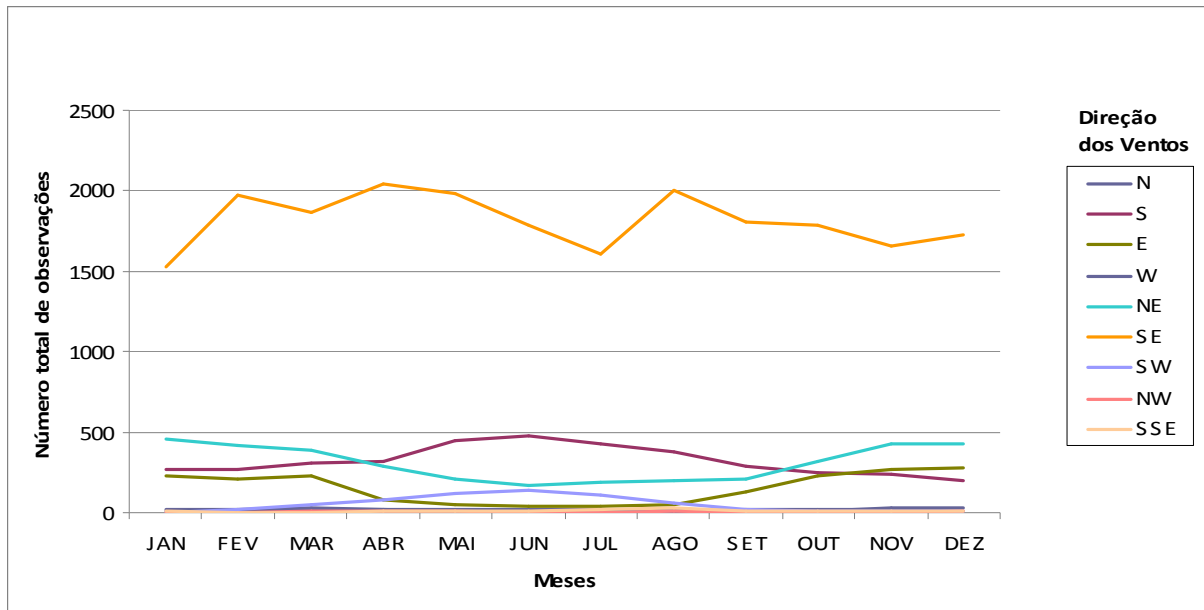


Figura 21: Predominância de ventos ao longo dos meses (total entre 1975 e 2008)

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

A predominância dos ventos alísios de sudeste (SE) é bastante elevada, variando de 50% nos anos de 1999, 2000 e 2006 até 85% nos anos de 1978 e 1986, porém observa-se na figura 22 que tem ocorrido de 1988 para 2008 um leve declínio nestes alísios, com uma pequena elevação dos alísios de nordeste (NE) e sul (S).

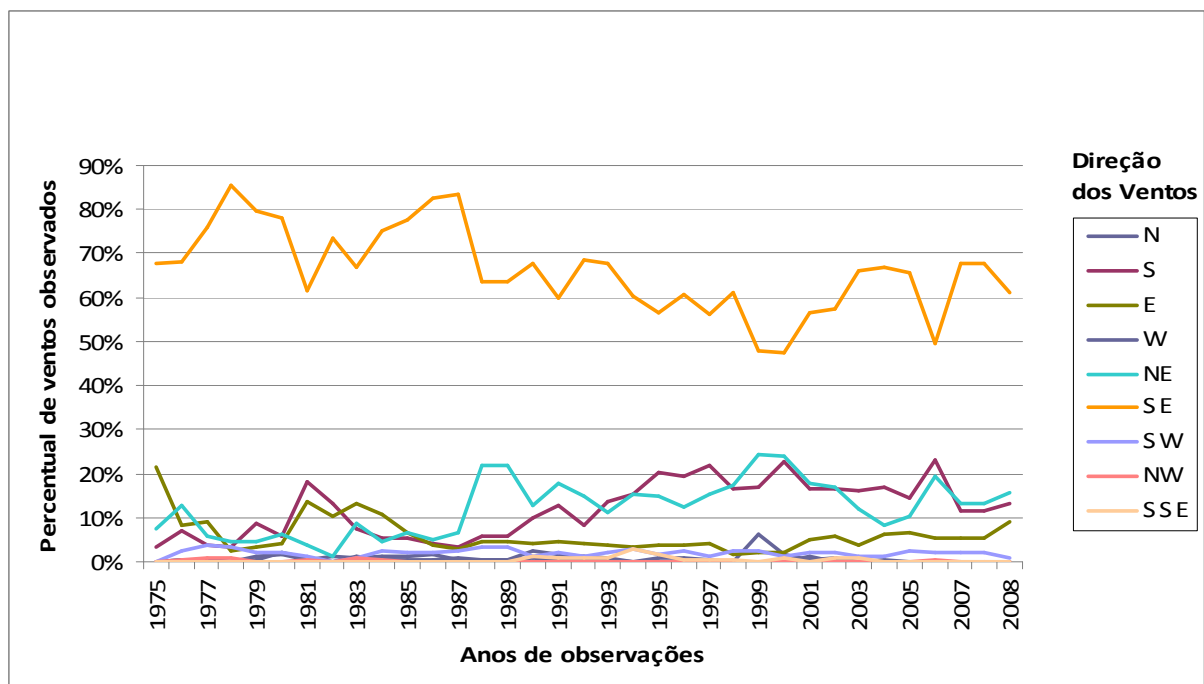


Figura 22: Predominância percentual da direção dos ventos no período de 1975 a 2008

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

A velocidade dos ventos varia entre 2 a 4 m/s nos meses de abril e setembro, respectivamente. Dependendo do mês, esses ventos são tidos como fracos ou moderados, segundo a escala de Beaufort (NEVES, 2003).

Segundo a figura 23, os meses que obtiveram a maior velocidade média dos ventos foram agosto, setembro e outubro variando entre 3,4 e 3,6 m/s, enquanto que os meses com menor intensidade nos ventos foram dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio variando entre 2,8 e 3,0 m/s, nos meses de junho e julho, ocorreu um aumento progressivo na velocidade dos ventos.

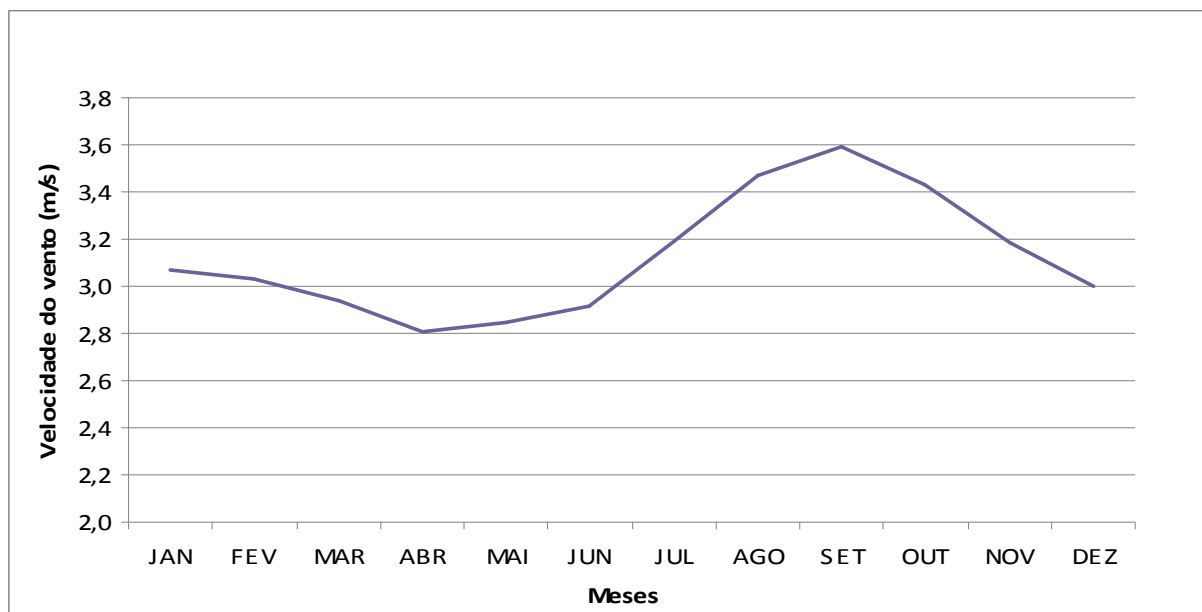


Figura 23: Médias mensais da velocidade do vento na cidade de João Pessoa (entre 1976 e 2008)

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Em relação à figura 24, observa-se uma diminuição após 1983 na velocidade média dos ventos, declinando de 4,5 m/s para aproximadamente 3,0 m/s, porém, de 1986 em diante, a velocidade média dos ventos obteve pequenas oscilações. Verifica-se ainda que o ano com maior média da velocidade dos ventos foi o de 1980, enquanto que o ano de menor velocidade foi 1995.

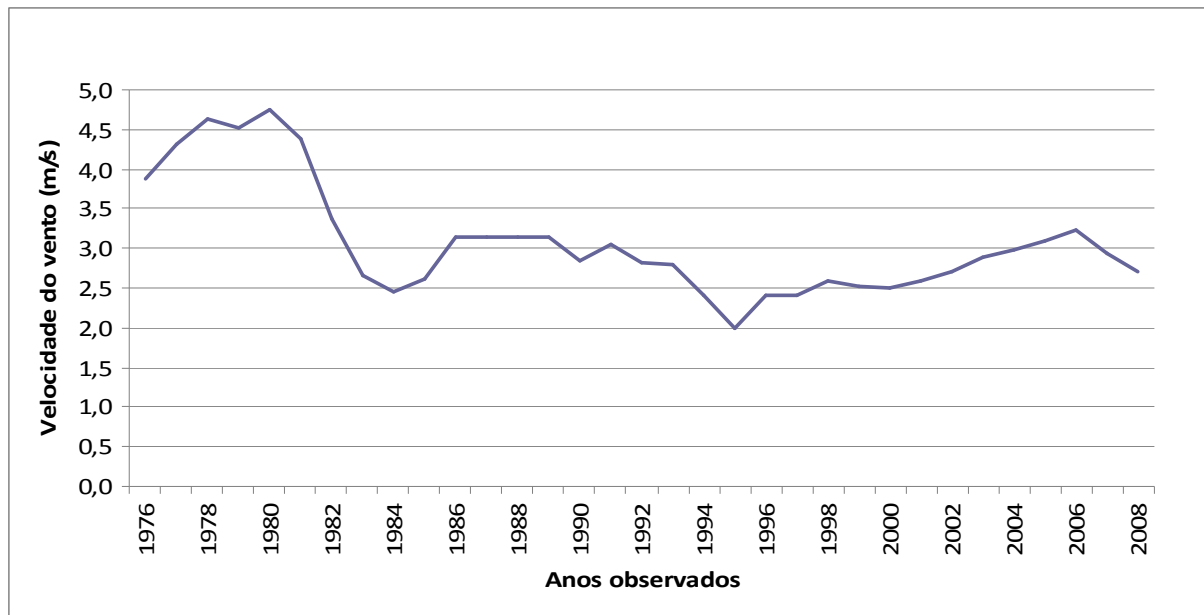


Figura 24: Velocidade média dos ventos no período (1976 a 2008)

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

A umidade relativa do ar na cidade de João Pessoa é bastante elevada pelo fato de ser uma cidade próxima ao mar e pelas altas temperaturas, que acarretam evaporações e precipitações elevadas; a média anual varia entre 80% e 85% (LIMA & HEKENDORFF, 1985). Segundo a figura 25, entre os meses de maio e julho, o índice atinge o máximo de 84%, correspondendo à "época das chuvas". No período mais seco, entre os meses de outubro e fevereiro, a umidade relativa cai para 76%.

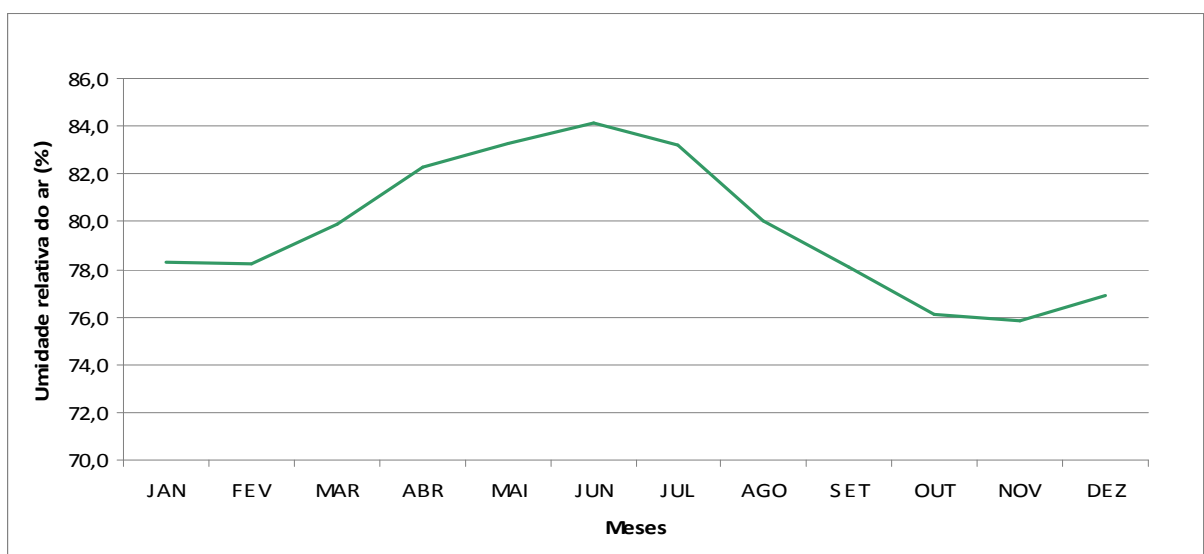


Figura 25: Umidade relativa do ar média mensal no período de 1976 a 2008

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Ao analisarmos a figura 26, percebe-se que ocorreram grandes oscilações

em relação à umidade relativa do ar entre os anos de 1976 e 2008 e essa discrepância atingiu 8% se compararmos os anos de 1985 com 2001. Observa-se que entre os anos de 1976 e 1985, houve uma elevação da umidade de 78% para 84%. Já de 1985 a 1986 houve uma queda brusca de 4% neste índice, de 1986 a 1993 ocorreu uma pequena variação de 1%, de 1994 até 2008 as porcentagens voltaram a variar bastante, entre 76% em 2001 e 82% em 1994 e 2004, ou seja, uma oscilação de 6%.

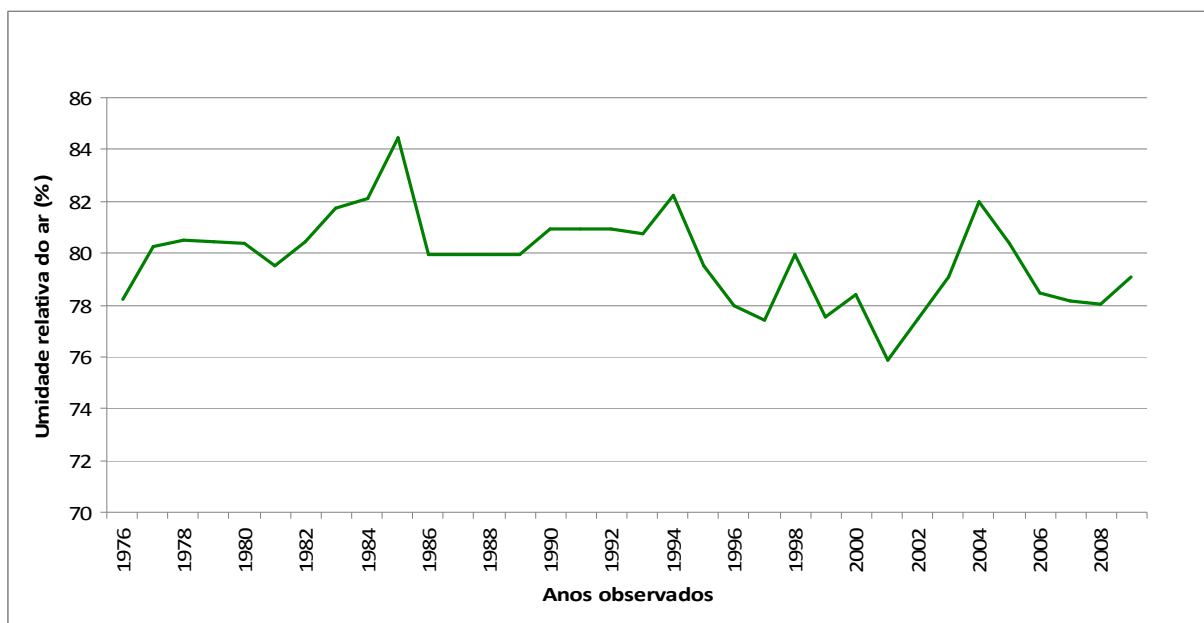


Figura 26: Umidade relativa do ar média entre 1976 e 2008

Fonte: Laboratório de Energia Solar da UFPB. Organizado por: Gustavo Ferreira de Vasconcelos, 2009

Após a análise dos dados climáticos da cidade de João Pessoa/PB, podemos concluir que todos esses elementos estão intrinsecamente interligados de maneira que quando um destes se altera, por algum motivo, os outros também se modificam. Um exemplo que se pode referir é o da precipitação, que quando se eleva, também aumenta a umidade relativa do ar, e, ao mesmo tempo, diminuem os níveis de temperatura e o da radiação solar e vice e versa. Além do que já foi comentado, os fatores climatológicos se relacionam entre si, influenciando diretamente na topografia, na sedimentologia e na hidrodinâmica de um determinado local.

2.2 Geologia

A cidade de João Pessoa atualmente está localizada na bacia sedimentar costeira Paraíba. Segundo Barbosa e Lima Filho (2005), a bacia da Paraíba é a faixa que abrange a zona costeira entre o lineamento Pernambuco e o alto de Mamanguape (figura 13). Ela se

comporta como uma rampa estrutural suavemente inclinada para leste, constituída por sedimentos de origem continental e marinha, que se formaram, em sua maioria, durante o afastamento pendular, entre a América do Sul e a África.

Esta bacia se diferencia bastante do padrão de evolução típico das bacias marginais vizinhas, como a bacia de Pernambuco e a bacia Potiguar. A área emersa da bacia da Paraíba apresenta uma espessura de depósitos sedimentares em torno de 300 m, na linha de costa (BARBOSA e LIMA FILHO, 2005).

Através da perfuração de vários poços, pôde-se perceber que a Bacia da Paraíba possui características estruturais e geológicas distintas das bacias Pernambuco e Potiguar (BARBOSA e LIMA FILHO, 2005). Ela é subdividida em três sub-bacias: a Olinda, a Alhandra e a Miriri. Nesse contexto, a zona costeira do município de João Pessoa localiza-se sobre a sub-bacia Alhandra, conforme mostrado na figura 27.

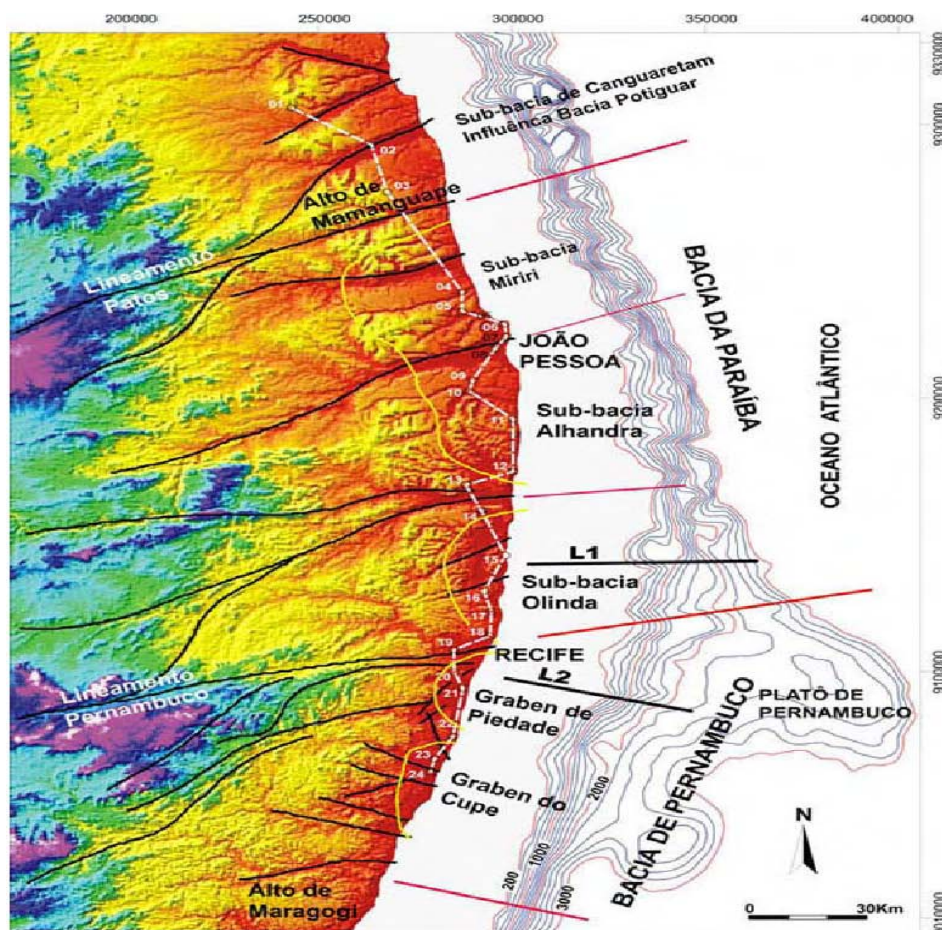


Figura 27: Sub-bacias Miriri, Alhandra e Olinda que compõem atualmente a bacia PB

Fonte: Barbosa e Lima Filho (2005)

2.2.1 Estratigrafia da Bacia Sedimentar Paraíba

As rochas do grupo Paraíba que constituem a sequência da bacia sedimentar costeira Paraíba, são formadas por quatro unidades litoestratigráficas: a formação Beberibe, a formação Gramame, a formação Maria Farinha e a formação Barreiras (Figura 28).

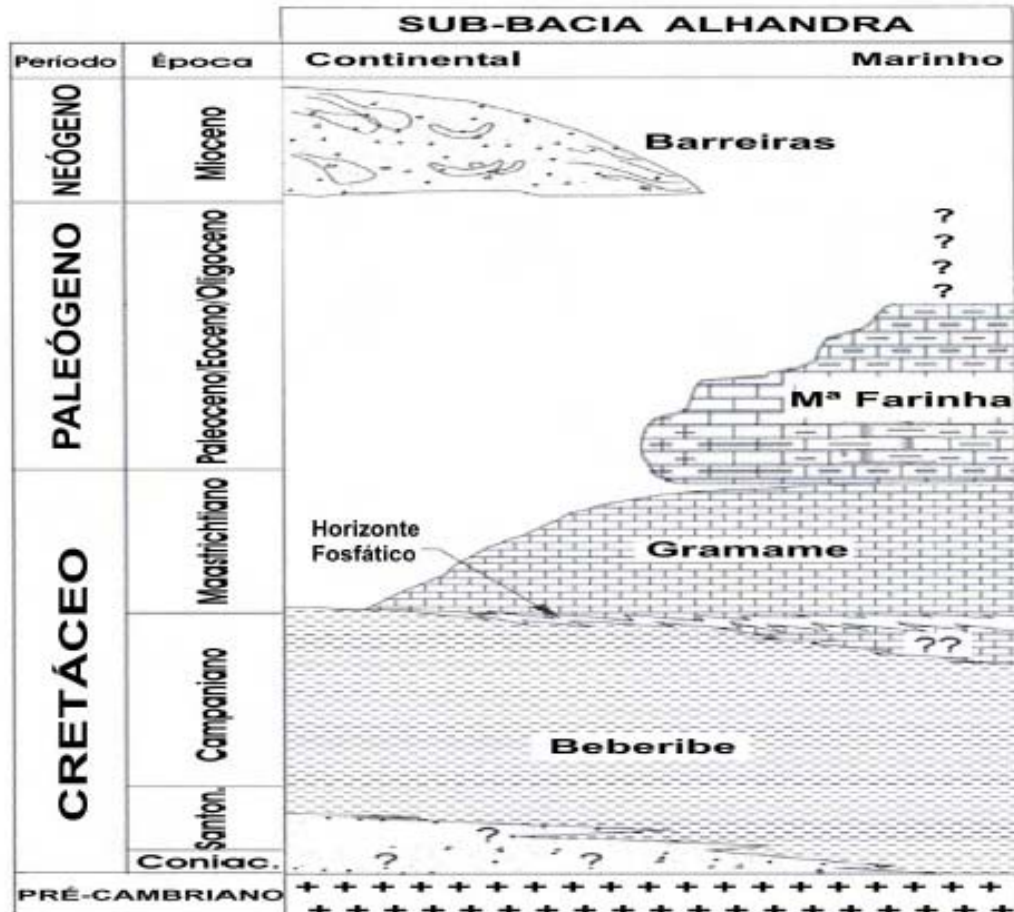


Figura 28: Coluna estratigráfica da bacia Paraíba no trecho da sub-bacia Alhandra

Fonte: Furrier et al. (2007)

2.2.1.1 Formação Beberibe

A formação Beberibe, segundo Dantas & Caula (1982), é uma camada de arenitos friáveis pouco argilosos, mal selecionados, de coloração cinza a creme e com um grande potencial hídrico.

Essa formação, segundo Moura (2001), tem idade santoniano-mastrichtiano. Corresponde à unidade basal, encontrando-se depositada discordantemente entre o embasamento cristalino, na porção inferior, e a formação Gramame, na porção superior.

Essa unidade é representada por um espesso pacote de arenitos com granulação variável e largura média de 230 a 280 m e máxima de 360 m (LEAL e SÁ, 1998).

2.2.1.2 Formação Gramame

Segundo Neves (2003), a denominação formação Gramame foi utilizada inicialmente para as ocorrências de calcários margosos que afloram no vale do rio Gramame, ao sul de João Pessoa.

Esta formação é constituída por um pacote relativamente pouco espesso de depósitos calcários detríticos bem estratificados, que se inicia com arenitos calcíferos, passando para o topo, gradativamente, a calcarenito, a calcários dolomíticos e margosos com lentes de argila. A coloração destes sedimentos varia de creme a cinzento. É uma sequência fossilífera, mormente em sua seção final, o que serve para sua diferenciação lito-crono-estratigráfica dos outros calcários a ela sobrepostos. Com idade atribuída ao maestrichtiano, essa formação repousa concordantemente sobre a formação Beberibe (MOURA, 2001).

A espessura máxima da formação Gramame está em torno de 70 metros, dos quais dois terços são constituídos pelos calcários argilosos, que são cinzentos e ocorrem como camadas homogêneas intercaladas com níveis mais argilosos, em geral intensamente bioturbados. Na base, esse pacote de calcários argilosos é dolomítico, apresentando-se como foraminífero-biomicríticos (ALMEIDA, 2000).

2.2.1.3 Formação Maria Farinha

A formação Maria Farinha corresponde à camada superior do grupo Paraíba, está representada por um calcário regressivo, com espessura máxima em torno de 35 m e de idade paleocênica-eocênica inferior. No Estado da Paraíba esta unidade litoestratigráfica ocorre apenas em um pequeno trecho no município do Conde, ao longo da faixa litorânea (FURRIER, 2006).

2.2.1.4 Formação Barreiras

Existem alguns pesquisadores que classificam esta unidade sedimentar de grupo Barreiras, porém, a maior parte dos pesquisadores não concorda com a referida denominação alegando que ainda não estão estratigraficamente bem definidas e delimitadas as diferentes

“formações” que comporiam o referido “grupo” (FURRIER, 2007). Neste trabalho adota-se, portanto, a denominação de formação Barreiras para este pacote sedimentar indiferenciado e mal selecionado.

A formação Barreiras ocorre indistintamente em todo o litoral paraibano, recobrendo de forma discordante, a leste, os sedimentos do grupo Paraíba e, a oeste, as rochas do embasamento cristalino. Segundo Bigarella e Andrade (1964, apud MOURA, 2001), este grupo é datado do Plio-Pleistoceno, e é constituída por sedimentos areno-argilosos e conglomeráticos, de caráter continental.

A largura deste grupo é bastante variável, atingindo espessuras máximas entre 70 m e 80 m (LEAL e SÁ, 1998), aflorando em uma vasta área na porção leste do Estado, principalmente sobre a bacia Paraíba. Segundo Alheiros et al. (1988), esta formação é caracterizada pela presença de fácies típicas de um sistema fluvial entrelaçado e transicionais para leques aluviais. A primeira delas é composta por depósitos de granulometria variada, apresentando cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelada, com intercalações de microclastos de argila/silte.

São observadas estratificações cruzadas multiacanaladas de grande e pequeno porte e de médio e baixo ângulo, com pacotes granodecrescentes iniciados por cascalhos quartzofeldspáticos e seixos de argila. Nesses depósitos são comuns intercalações de barras fluviais longitudinais com até um metro de espessura, apresentando estratificações tabulares/planares de forte ângulo, indicando alta descarga de um sistema fluvial em canais confinados que migram formando as barras (ALMEIDA, 2000).

A faixa litorânea, segundo Neves (2003), apresenta-se como um pacote de material areno-argiloso, de colorações vermelhas e creme-amareladas, mal selecionados, com níveis caulíníticos, com acamamento não distinto e intercalações de leitos de granulação mais grossa a conglomerática. Quando os níveis conglomeráticos aparecem na base e sofrem a ação das ondas, verifica-se a liberação dos óxidos de ferro e o material assume tonalidade marrom escura. No topo, as camadas são geralmente arenosas, tendo sofrido lavagem das argilas e dos óxidos de ferro (fenômenos atuais e subatuais de lixiviação e podzolização).

2.3 Geomorfologia

Em nível regional, a costa paraibana é constituída por três compartimentos geomorfológicos: os baixos planaltos costeiros ou tabuleiros, a planície costeira ou baixada litorânea e as planícies flúvio-marinhas.

2.3.1 Os tabuleiros ou baixos planaltos costeiros

Os baixos planaltos costeiros ou tabuleiros representam os níveis mais elevados da área da pesquisa. São formas de relevo escultura das nas rochas da formação Barreiras e que, geograficamente, posicionam-se a oeste das praias do município de João Pessoa, sob forma de falésias vivas e mortas.

O setor sul das praias de João Pessoa apresenta, predominantemente, falésias que estão sob intensa ação dos processos costeiros. Em algumas áreas, a exemplo, das falésias das praias do Arraial e do Cabo Branco, é possível observar a ação constante das ondas na base das mesmas. Desta forma, de maneira aleatória e progressiva, as falésias recuam, projetando para jusante sedimentos e fragmentos ferruginosos, que em outro momento irão originar os inúmeros terraços de abrasão marinhos observados nessas praias.

A partir da ponta do Cabo Branco, em direção ao norte, as falésias se afastam progressivamente para oeste, fazendo surgir à jusante as planícies costeiras. Em função de não estarem sob a interferência direta da dinâmica costeira, as falésias mortas apresentam rampas de tálus geralmente recobertas por vegetação. Em algumas áreas, a exemplo do bairro de São José, essas vertentes íngremes são intensamente ocupadas.

Nesses setores, por serem alvo de maior instabilidade, é frequente o desenvolvimento de processos geomorfológicos. Durante a estação chuvosa, o excesso de água provoca a supersaturação nos sedimentos da formação Barreiras. A grande diversidade faciológica dessa formação, associada ao excesso hídrico, multiplica as fontes e os pontos de instabilidade. Como consequência, inúmeros processos morfogenéticos se desenvolvem ao longo dessas falésias, tais como: deslizamento, rastejamento, fluxo de lama, etc.

Em média as altitudes dessas áreas chegam a 30 m. A porção superior dessas encostas é bastante vertical, sendo praticamente constituída por material endurecido, que, quando em posição original, lembram esboços de cornijas¹. Da média para baixa encosta, rampas com declividade, geralmente inferiores a 30%, são elaboradas a partir do material desmoronado da porção superior. Nessas rampas, sobretudo em sua porção mais superior, resquícios de vegetação natural recobrem e simultaneamente estabilizam essas encostas.

¹ Segundo o dicionário Geológico Geomorfológico de Guerra (1993), a cornija é um abrupto saliente capeado por uma camada de rocha dura. É uma forma saliente de dimensões variadas.

2.3.2 A planície costeira

Segundo Neves (2003), o Quaternário é conhecido como o período das grandes oscilações climáticas e do nível do mar. Essas oscilações ocasionaram, sobretudo, ao longo do litoral, o surgimento de níveis sedimentares diversos que atualmente constituem na costa brasileira o compartimento geomorfológico denominado de planície costeira. Sobre esta unidade, inúmeros outros ambientes e feições morfológicas podem ser encontrados, tais como: praias, restingas, estuários, dunas, etc.

Em linhas gerais as diversas feições morfológicas da zona costeira do município de João Pessoa correspondem a uma repetição em escala reduzida das do litoral paraibano. Essas feições são caracterizadas, no geral, pela existência de praias estreitas, arenosas, e que, às vezes, formam enseadas abertas, interrompidas ou não pelo avanço dos tabuleiros até o mar.

Em função principalmente de sua retilinidade, as praias em João Pessoa podem ser divididas em dois setores a partir do Seixas. O setor norte, que vai da praia do Seixas até a desembocadura do rio Jaguaribe e o setor sul, que vai do Seixas até a desembocadura do rio Gramame.

O primeiro setor (norte), no qual nossa área de estudo está inserida, é constituído pelos terraços marinhos holocênicos; eles representam antigos relevos costeiros ou paleolinhas praias que correspondem a diferentes fases de transgressão e regressão marinhas e são associadas diretamente, com os estágios interglaciais e os glaciais do hemisfério Norte durante o Quaternário (SUGUIO, 1999).

A presença desses terraços marinhos neste setor proporcionou o surgimento de uma planície costeira larga, que em alguns locais alcança cerca de 1.500 m de largura (nas proximidades da avenida Flávio Ribeiro Coutinho). Em nossa área de estudo, esses terraços localizam-se entre as praias a leste e as falésias mortas (encosta oriental do tabuleiro que não está sendo trabalhada pelas ondas) a oeste (Figura 29).

Um pouco mais para o norte, já fora da nossa área de trabalho, nas proximidades do Bessa, em função da presença do rio Paraíba, a planície costeira passa a ser chamada regionalmente de planície de Restinga, por causa da intensa contribuição sedimentar desse rio (CARVALHO, 1982).

Mapa Geológico-Geomorfológico da Área de Estudo



Legenda

Planície Costeira (Quaternário)	Baixo Planalto Costeiro (Terciário)	Convenções Cartográficas
Terraços Marinhos Holocênicos	Baixo Planalto Costeiro	Recifes de Arenito
Planície Flúvio Marinha		Curvas de Nível
Praia Atual		Hidrografia

Figura 29: Mapa geológico-geomorfológico mostrando as praias, os terraços marinhos holocênicos, a planície flúvio-marinha do rio Jaguaribe e os baixos planaltos costeiros, presentes na área estudada

Fonte: Base cartográfica PMJP, 1998. Organização: Gustavo F. de Vasconcelos, 2010

Em virtude dessa planície ter recebido durante sua constituição, contribuição sedimentar fluvial e marinha, passamos, neste trabalho, a referir-nos a este compartimento geomorfológico como planície flúvio-marinha (Figura 30). Sua largura nas áreas mais amplas pode alcançar cerca de 4 km.



Figura 30: Planície flúvio-marinha (Cabedelo e um trecho da cidade de João Pessoa ao fundo)

Fonte: Sudema. Autor: Dirceu Tortorello, 2002

As cotas topográficas observadas estão em média com cerca de 4 m de altitude. Em alguns locais isolados podem alcançar até 6 m, porém, uma análise minuciosa da área, evidencia que esses pontos são áreas de acumulação eólica de sedimentos, ou seja, dunas.

Outra característica nas praias do setor norte é a presença marcante de rochas areníticas que influenciam diretamente na existência dos pontais e nas grandes enseadas abertas existentes nesse setor.

Na planície costeira da praia do Seixas as cotas topográficas são semelhantes às observadas nas praias de Manaíra e do Bessa. Porém, como as falésias são mais próximas do mar, a largura máxima dessa planície atinge cerca de 400 m.

As praias entre o Seixas e a desembocadura do rio Gramame são retilíneas e estreitas apresentando trechos de falésias sob intensa erosão.

2.4 Vegetação e solos

A vegetação possui grande relevância para a morfogênese, pois modifica a ação dos agentes exógenos, alterando, no caso da chuva, o impacto das gotículas no solo, servindo, assim, de camada protetora contra a erosão.

A classificação da vegetação no litoral da Paraíba obedecerá basicamente aos limites das unidades morfológicas, ou seja, à planície costeira (restinga, praias, dunas, estuários e lagunas) e aos baixos planaltos costeiros.

Já para classificarmos os solos da nossa área de estudo, levamos em conta o mapa de solos da Paraíba (2004), na escala de 1:500.000, porém, para esta pesquisa adotamos a classificação da Embrapa (1999) (Figura 31).

Na planície costeira, os solos são compostos de areias quartzosas marinhas distróficas, com influência da água do mar (PARAÍBA, 2004). No entanto, obedecendo à classificação da Embrapa (1999), a planície costeira está representada pelos neossolos quartzarênicos que são areno-quartzosos, ácidos, com baixa saturação de bases, baixos teores de argila, alta saturação em alumínio e normalmente são excessivamente drenados. Nela há uma vegetação herbácea psamófila, representada pelo agrupamento pioneiro pantropical, formado de gramíneas (*Spartina* spp.), pinheirinho de praia (*Polygala cyparissias*) e *Ipomoea pes-caprae*, com folhas espessas, fixadoras das areias, consorciadas com coqueiros (*Cocos nucifera* L), (CARVALHO; TRAVASSOS; MACIEL apud RODRIGUEZ, 2002).

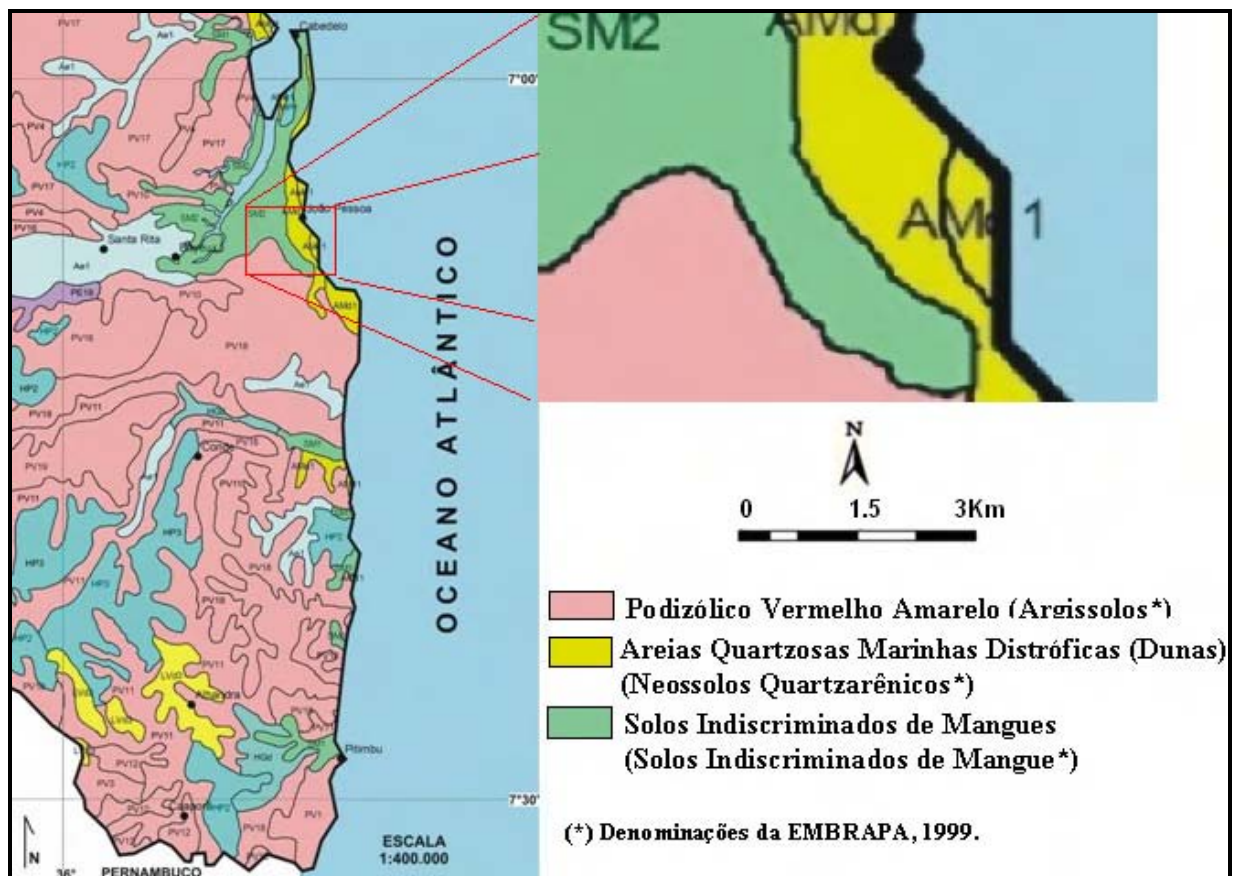


Figura 31: Mapa pedológico da Estado da Paraíba Paraíba (2004), com denominações da Embrapa (1999), modificado por Gustavo Ferreira de Vasconcelos

Assim, em nossa área de estudo, as praias são compreendidas por sedimentos arenosos e fragmentos de conchas, em locais onde a pós-praia ainda não foi totalmente urbanizada,

como é o caso da praia de Tambaú, onde ocorre em pequena escala a vegetação herbácea, citada no parágrafo anterior.

Já nas restingas predomina a mata de restinga, subcaducifólia, por conta dos solos mais ricos em matéria orgânica e esta favorece a existência de vegetação arbóreo-arbustiva, com árvores de porte variando entre pequeno e médio (ARAÚJO, 1993). Segundo Paraíba (2004) e Embrapa (1999), estes solos são os indiscriminados de mangue. As espécies mais comuns, segundo Neves (2003), são “árvores de porte modesto, com troncos de diâmetros pequenos”, representadas por cajueiros (*Anacardium occidentale*), maçaranduba (*Manilkara huberi*), aroeira de praia (*Schinus terebinthifolius*), etc.

Atualmente, a maior parte desta área, nos municípios de João Pessoa e Cabedelo, encontra-se sobre um acelerado processo de degradação, por conta do processo de urbanização.

Nos baixos planaltos costeiros, segundo Paraíba (2004), os solos predominantes são os podzólicos vermelho-amarelo, porém para a Embrapa (1999), estes passaram a ser chamados de argissolos e apresentam horizonte B textural, argila de atividade baixa, baixa saturação de bases, são ácidos, profundos ou muito profundos e moderadamente drenados. A sua vegetação nativa predominante era a Mata Atlântica, perenifólia, hungrófita costeira, com árvores altas (25/30 m), copas largas e troncos grossos. Destacavam-se: o jatobá (*Hymenaea courbaril*), a embiriba (*Eschweira ovata*), a maçaranduba (*Manilkara huberi*), o pau-d’arco roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), etc. (ARAÚJO, 1993).

Hoje, a vegetação que ainda se encontra presente nos tabuleiros é bastante espaça devido à implantação de loteamentos, com vegetação arbórea e arbóreo-arbustiva, gramíneas, além dos vestígios de mata atlântica, nos vales instalados entre os tabuleiros (CARVALHO et al., 2000).

2.5 Hidrografia

Podemos identificar, ao longo do litoral paraibano, cinco grandes bacias hidrográficas. São elas: as bacias dos rios Camaratuba, Mamanguape, Paraíba do Norte, Gramame e Abiaí (MOURA, 1997).

Além dessas, merecem destaque outras bacias de menor extensão, que completam a rede de drenagem do litoral paraibano. Neste trabalho foram consideradas as microbacias dos rios Jaguaribe, Cabelo, Aratú, Jacarapé, Cuiá e Gramame, todas localizadas no litoral do município de João Pessoa.

Segundo Moura (1997), elas são pequenas bacias locais, totalmente inseridas em área sedimentar, representada pelos baixos planaltos costeiros ou tabuleiros que são cortados pelas planícies fluviais dessas bacias. Seus rios são consequentes, perenes e a drenagem exorreica. Caracterizam-se por suas pequenas extensões, nunca ultrapassando os 3,5 Km, em direção L-W, e ainda, por apresentar em suas desembocaduras um ambiente lagunar-estuarino, margeado por uma vegetação típica de mangue.

O único rio presente em nossa área em estudo, e que tem seu curso paralelamente à praia, mais precisamente, no sopé da falésia morta do bairro de Manaíra é o rio Jaguaribe que, nasce nas proximidades do Jardim Explanada (sudoeste de João Pessoa) e, atualmente, deságua no rio Mandacaru. Trata-se de um rio com extensão atual de aproximadamente 13 km, seriamente afetado pela falta de planejamento, pois, em virtude de seu alto e médio curso estarem presentes na malha urbana da cidade de João Pessoa, com suas margens ocupadas inadequadamente pela população menos favorecida, esses trechos se encontram bastante assoreados e poluídos.

O seu baixo curso, após a década de 1940, teve as águas desviadas para o rio Mandacaru, obra realizada para diminuir as epidemias de febre amarela, além de proporcionar o enxugamento e a ocupação urbana dos bairros do Bessa e Jardim Oceania (MOROSINE, 1995).

Esse feito, somado posteriormente à construção do Manaíra *Shopping* e ao crescente processo de urbanização do bairro do Bessa, descaracterizou a área onde antes este rio serpenteava e desembocava no mar dividindo os municípios de João Pessoa e Cabedelo.

Segundo Rocha (1996), no final da década de 1990, como meio de resolver os problemas de alagamento na área, foram implementados canais de drenagem, principalmente utilizando os antigos cursos do rio. Hoje nós encontramos em alguns lugares, como nas proximidades do hipermercado Carrefour, estes canais fluindo de norte para sul, sentido contrário ao natural.

Segundo Araújo et al. (2001), os rios do Estado da Paraíba obedecem a um padrão de sentido de escoamento de oeste para leste. Porém, percebe-se que, em alguns casos, como no baixo curso do rio Jaguaribe, eles passam a fluir paralelos à costa, no sentido da corrente de deriva (de sul para norte). Contudo, ainda segundo Araújo et al. (2001), isto ocorre devido ao acúmulo de sedimentos depositados por esta corrente e pela ação eólica que também transporta os sedimentos. Podemos observar melhor isto, verificando que quase todas as desembocaduras, com raríssimas exceções, são direcionadas para o sentido da corrente de deriva.

2.6 Processos naturais dinamizadores da zona costeira

Os ambientes costeiros são influenciados diretamente por processos deposicionais e erosivos. Esses processos naturais estão associados com a ação das marés, das correntes costeiras e das ondas. Desta forma, o entendimento dos agentes dinamizadores torna-se imprescindível para uma análise mais consequente da dinâmica costeira.

2.6.1. Marés

As marés são mudanças periódicas na altura da superfície oceânica, provocadas pela combinação da força gravitacional da Lua, do Sol e da Terra. A influência da Lua é bastante superior, pois embora a sua massa seja muito menor que a do Sol, esse fato é compensado pela menor distância em relação à Terra, pois, a Lua está muito mais próxima da Terra que o Sol (Figura 32).

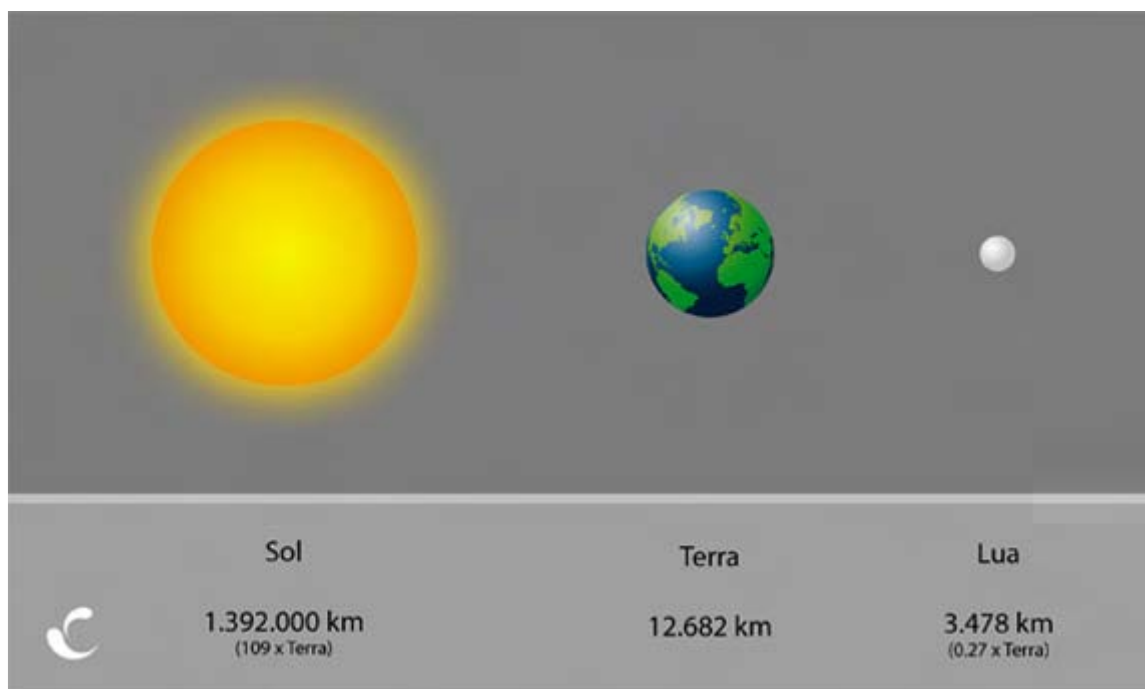


Figura 32: Distância entre o Sol e a Terra e entre a Lua e a Terra, quando estão alinhados na lua cheia

Fonte: Instituto Hidrográfico de Portugal [s/d]. Acessado em 05 de fevereiro de 2010.

Estas marés terrestres produzidas pela atração gravitacional do Sol e da Lua, são explicadas segundo a lei de Newton: A atração é diretamente proporcional às massas e

inversamente proporcional ao quadrado da distância. Contudo, no processo gerador de marés, a proporcionalidade refere-se ao cubo da distância (THURMAN, 1997).

A Terra e a Lua formam um conjunto que gira em torno do Sol em um movimento de translação. Esse conjunto é representado pelo centro comum de gravidade, ou baricentro. Este, segundo Thurman (1997), situa-se dentro do manto terrestre, a 4.700 km de distância do centro da Terra e é ele que faz o conjunto Terra e Lua descreverem uma órbita elíptica em relação ao Sol.

Considerando o movimento de rotação da Terra, cada partícula do planeta encontra-se submetida a uma força centrípeta (força gravitacional da Terra), sendo esta igual em todos os pontos. Por outro lado, a Lua também exerce força gravitacional sobre estas partículas (força centrífuga), variando de acordo com a posição destas na superfície da Terra. A resultante entre a força gravitacional da Lua e a força centrípeta, que mantém as partículas presas à Terra, corresponde à força das marés.

Contudo, a força centrífuga que a Lua exerce sobre as partículas da Terra gera dois altos de maré que podemos observar na figura 33, um na face da Terra voltada para a Lua (maré alta direta) e o outro do lado oposto da Terra (maré alta reflexa). Estas elevações na superfície dos oceanos se deslocam à medida em que a Terra cumpre o seu movimento de rotação, formando a onda de maré (THURMAN, 1997).

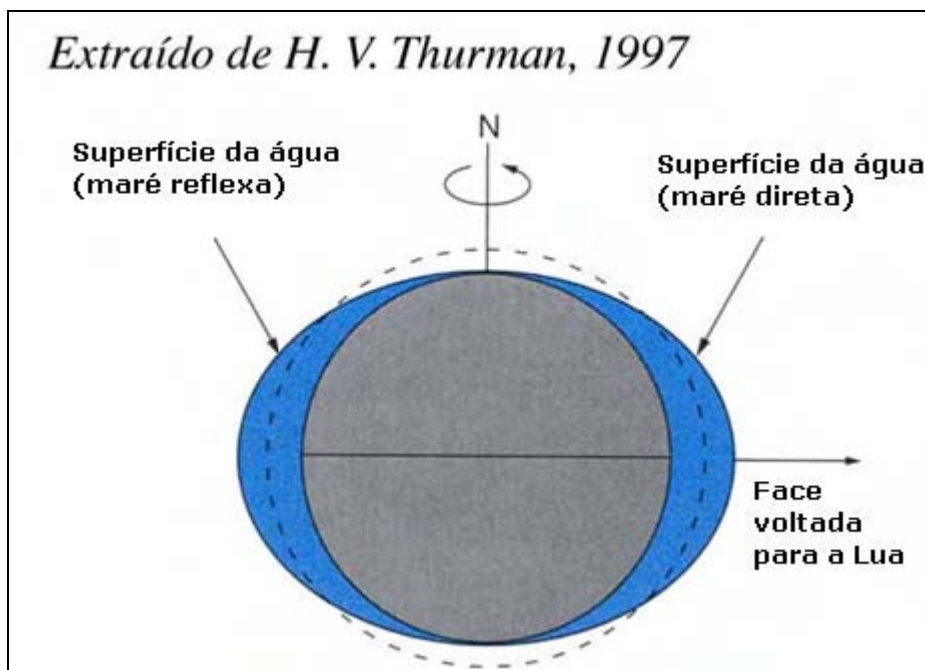


Figura 33: Representa a maré alta direta e a maré alta reflexa, ambas ocorrentes na Terra por conta da força gravitacional da Lua
 Fonte: Modificado de Thurman (1997)

Somado à atração gravitacional da Lua, existe a atração gravitacional do Sol que também ocasiona modificações importantes nas marés (Figura 34). Quando o sistema Terra, Lua e Sol encontram-se alinhados em conjunção, a amplitude e a altura da maré atingem coeficientes extremos, originando as marés de sizígias (*spring tides*), que podem ser tanto de lua nova (Sol, Lua e Terra), quanto de lua cheia (Sol, Terra e Lua). Já quando o sistema encontra-se em oposição, formando um ângulo reto, nas fases de lua quarto crescente e minguante, as marés são de amplitudes mínimas, estamos diante de uma maré de quadratura (SILVA et al., 2004).

Ainda segundo estes autores, “as marés que são observadas nas zonas costeiras resultam do empilhamento e amplificação das marés oceânicas, à medida que estas se movem sobre a plataforma continental e para dentro de estuários e baías” (2004, p. 191).

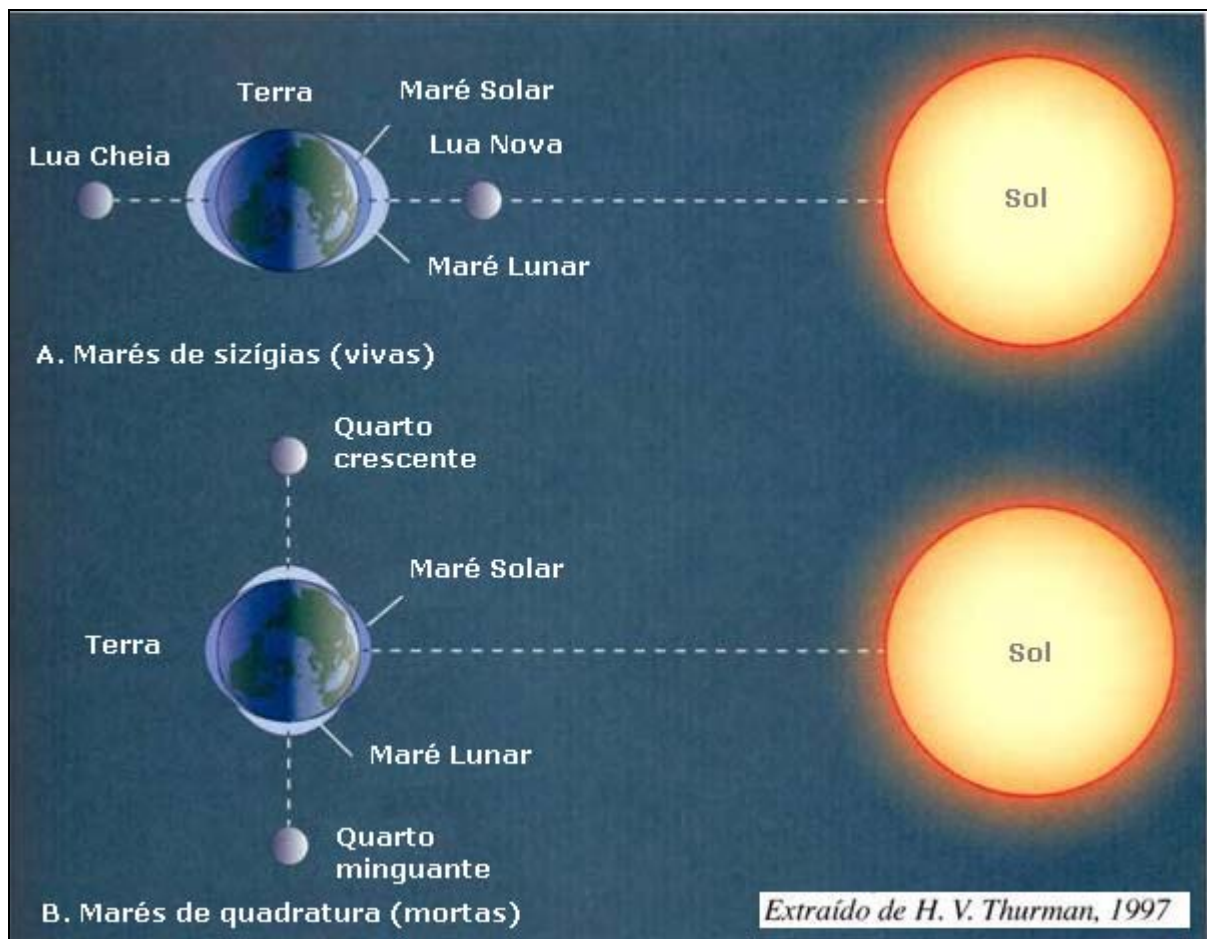


Figura 34: Esquema mostrando o comportamento do conjunto Terra, Lua e Sol, durante as marés de sizígias (A) e durante as marés de quadratura (B)

Fonte: Modificado de Thurman (1997)

Segundo Rossetti (2008), as marés, quanto à sua amplitude, podem ser ainda: micro, meso e macro de acordo com a diminuição da profundidade e o caráter reentrante de algumas

localidades. No Brasil, as micromarés, com amplitudes inferiores a 2 m, ocorrem no litoral sul, as macromarés, com amplitudes superiores a 4 m, ocorrem no litoral norte e as mesomarés, com amplitude variando entre 2 m e 4 m, ocorrem no litoral nordestino.

Se o planeta Terra fosse uma esfera coberta por um mar de profundidade uniforme, haveria 2 marés altas de amplitudes diferentes em cada dia lunar, o que significa que teriam um período de 12 horas e 25 minutos (metade do dia lunar), ou seja, durante um intervalo de 24 horas e 50 minutos, seriam registradas duas baixa-mar e duas preamar, caracterizando assim, uma maré semidiurna. Porém, existem variações importantes nos ciclos de maré de um lugar para outro, ocasionando também as marés diurnas com uma preamar e uma baixa-mar e as marés mistas que são caracterizadas pela variação entre os dois extremos (SILVA et al., 2004).

Ainda para estes autores, citados no parágrafo anterior, “estas alterações locais dos ciclos de marés têm explicações complexas, que envolvem a interação entre a forma e dimensões das bacias oceânicas e o efeito da Força de Coriolis estabelecida pela rotação da terra” (2004, p. 191).

Segundo o Relatório de Inspeção Técnica elaborado pelo INPH (2001), o litoral de João Pessoa/PB possui marés semidiurnas com a amplitude que atinge cerca de 2,80 m, compreendendo, assim, uma área de mesomaré conforme podemos observar na figura 35.

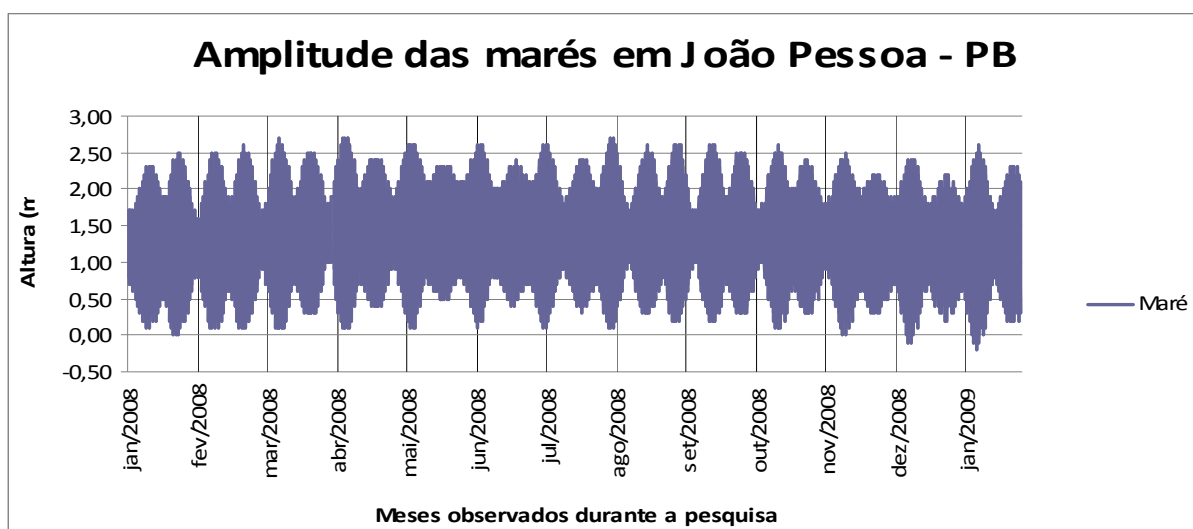


Figura 35: Gráfico das marés para João Pessoa/PB, no período de janeiro de 2008 a janeiro de 2009

Fonte: Ministério da Marinha. Organização: Gustavo F. de Vasconcelos, 2010

Uma vez que as amplitudes da maré são maiores quando a Terra está mais próxima do Sol ou da Lua, as variações na distância da Terra a cada um deles acabam por interferir na amplitude das marés.

Assim, em função das órbitas não serem círculos perfeitos, a Lua e o Sol estão mais próximos significativamente da Terra algumas vezes mais que outras. Por causa da intensidade da atração gravitacional, quanto mais próximo a Lua estiver da Terra (perigeu) maior será a amplitude da maré. Se a Lua e o Sol estiverem próximos à mesma latitude, e se a Terra se encontrar mais próxima ao Sol (periélio), período de equinócio, ocorrerão marés de sizíguas extremas (THURMAN, 1997).

Além do que foi apresentado, existem fenômenos meteorológicos que interferem diretamente na intensidade das marés. Ressaltamos a importância de estuarmos a maré, pois ela dinamiza as linhas de costa de todo o mundo.

2.6.2 Correntes costeiras

As correntes costeiras, segundo Silva et al. (2004), são geradas através da aproximação das ondas segundo um ângulo oblíquo à linha de costa. Quando isto ocorre, desenvolve-se entre a praia e a zona de arrebentação uma corrente responsável pelo transporte de sedimentos costeiros. Este fenômeno, conhecido como deriva litorânea, quando é interrompido em função de alguma construção de estrutura fixa, ocasiona um desequilíbrio no fluxo dos sedimentos litorâneos, retendo-os à montante do obstáculo e em decorrência disso, causando um déficit à jusante.

As correntes costeiras ou litorâneas, segundo Rossetti (2008), incluem fluxos unidirecionais desenvolvidos ao longo da costa e correntes de retorno. As correntes ao longo da costa como já foi dito são formadas pelo impacto de ondas que se deslocam de forma oblíqua à costa. Já as correntes de retorno levam os sedimentos na direção do mergulho da face de praia. Assim, sucessivamente, as ondas, em um padrão de zigue-zague, transportam o sedimento paralelamente à linha de costa.

As praias no litoral de João Pessoa refletem, em suas formas, as ações da corrente de deriva litorânea sul-norte (direção predominante na área) que resultam da onda oblíqua, formada pelos alísios de sudeste (SE) e leste (E), a qual se estende por todo o litoral da cidade de João Pessoa/PB, transportando sedimentos e sofrendo pequenas interrupções onde as unidades terciário-quadernárias afloram na praia (MOURA, 2001).

Segundo Muehe (1995), a velocidade, direção e sentido dos sedimentos transportados paralelamente à praia, tanto na zona de surfe como na face de praia, também chamada de deriva litorânea, dependem do ângulo de incidência da onda na linha de costa, com ângulos superiores a 5°, sendo a velocidade da corrente longitudinal bastante eficaz.

Nas praias de Tambaú e Manaíra, pode-se dizer que as ondas em geral incidem obliquamente em ângulos superiores a 5°, ocasionando um transporte de sedimentos bastante eficiente ao longo da costa, predominantemente de sul para norte. Porém, segundo Reis (2008), a influência de diversos fatores próximos ao litoral como ventos, marés e a morfologia do ambiente tornam a identificação dos fluxos bastante complexa.

2.6.3 Ondas

A compreensão do funcionamento de um regime de ondas de um determinado local é muito importante para a elaboração de estudos sobre a dinâmica costeira. Segundo Reis (2008), as ondas são importantes agentes de energia mecânica, podendo representar a principal causa de erosão em determinados ambientes; além disso, podem gerar diversos tipos de corrente e formas diferenciadas nos padrões de transporte sedimentar.

As ondas representam rugosidades formadas na superfície da água devido à ação do vento. Quando o ar se desloca sua energia é transferida para a superfície da água, deslocando-a para baixo e para cima, por causa de pequenas oscilações na pressão do ar (ROSSETTI, 2008).

Ao aproximar-se das águas mais rasas da costa, as ondas perdem o seu equilíbrio acarretando em sua arrebentação. Segundo Tessler e Mahiques (2003), as arrebentações podem ser ascendentes, quando ocorrem em fundos de alta declividade, mergulhantes quando ocorrem em fundos com a declividade média, quando as cristas das ondas formam enrolamento em espiral e, ainda, deslizantes, quando são formadas nas regiões com o fundo marinho mais suave fazendo com que a onda quebre sobre uma grande distância.

Nas praias de Tambaú e Manaíra do litoral de João Pessoa/PB, durante o período pesquisado, percebe-se que há uma predominância na arrebentação do tipo deslizante, porém, durante alguns meses, quando a declividade se acentuou um pouco mais, e quando os ventos ficam mais fortes, ocorreu à arrebentação do tipo mergulhante.

Segundo Silva et al. (2004), ao atingirem uma determinada costa, as ondas sofrem alguns processos físicos, tais como: reflexão, refração e difração. Estes processos são

imprescindíveis ao transporte de sedimentos litorâneos, pois determinam os padrões de circulação.

Ainda segundo Silva et al. (2004), a reflexão ocorre, quando a frente de onda atinge costões rochosos, falésias ou estruturas artificiais, a frente de onda é refletida interferindo diretamente nas que se aproximam; a refração ocorre devido ao atrito com o fundo submarino; assim, quando uma frente de onda entra em uma costa com uma determinada inclinação em relação à praia, a parte desta onda que atinge primeiro a área de menor profundidade, perde velocidade em relação à parte que ainda se desloca em águas mais profundas, sofrendo a refração; e a difração ocorre quando ao atingir um obstáculo à frente de onda estabelece uma onda circular propagada a partir da extremidade do obstáculo.

No litoral de João Pessoa /PB a distribuição da energia das ondas está relacionada com os padrões de convergência e divergência das frentes de onda, em decorrência do processo de refração, isso resultando na concentração e dispersão de energia dos padrões de onda (FURRIER, 2007).

No entanto, em função da presença de enseadas e de pontais no litoral norte de João Pessoa, onde se encontra a nossa área de estudo, ocorre, além do processo de refração, o de difração, estabelecendo, assim, os padrões de circulação das ondas nesse local.

Acreditamos que os padrões de convergência e divergência das ondas são muito importantes para o processo de erosão mecânica de uma costa, porém, outros elementos como a composição do material ao longo da costa e a morfologia com a presença ou ausência de recifes, devem ser mais bem observados para não se generalizar.

O capítulo seguinte deste trabalho faz um resgate histórico da ocupação dos bairros de Tambaú e Manaíra, além de uma discussão a respeito dos aspectos legais pertinentes à zona costeira e quais as políticas que vêm sendo adotadas para minimizar os problemas ambientais nessas áreas.