



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE
BACHARELADO EM ECOLOGIA**

**CARACTERIZAÇÃO DAS DUNAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE, RIO TINTO, PB.**



SIDNEY CRYSTIAN OLIVEIRA DE MEDEIROS

**Rio Tinto - PB
2012**

SIDNEY CRYSTIAN OLIVEIRA DE MEDEIROS

**CARACTERIZAÇÃO DAS DUNAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE, RIO TINTO, PB.**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ecologia, da Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, em cumprimento aos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ecologia.

Orientador: Prof. MSC. Leonardo Figueiredo de Meneses

**Rio Tinto - PB
2012**

M488c Medeiros, Sidney Crystian Oliveira de.

Caracterização das dunas da área de proteção ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. / Sidney Crystian Oliveira de Medeiros. – Rio Tinto: [s.n.], 2012.

94f.: il. –

Orientador: Leonardo Figueiredo de Meneses.

Monografia (Graduação) – UFPB/CCAEE.

1.Geomorfologia costeira. 2.Dunas costeiras – Caracterização.
3.Geoconservação. 4.Proteção ambiental – Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto,PB.

UFPB/BS-CCAEE

CDU: 551.4(043.2)

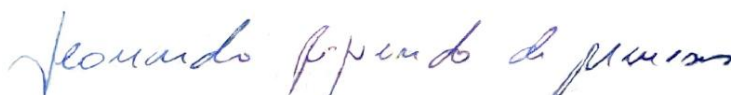
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE**

SIDNEY CRYSTIAN OLIVEIRA DE MEDEROS

**CARACTERIZAÇÃO DAS DUNAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE, RIO TINTO, PB.**

Data: 21 / 05 / 2012

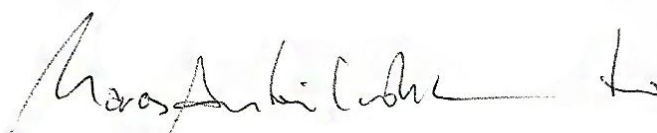
Banca examinadora:



MSc. Leonardo Figueiredo de Meneses
Universidade Federal da Paraíba
(Orientador)



MSc. Anderson Alves dos Santos
Universidade Federal da Paraíba
(Examinador Interno)



Dr. Marcos Antônio Leite do Nascimento
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(Examinador Externo)

*“Os ventos que às vezes tiram algo que
amamos, são os mesmos que trazem
algo que aprendemos a amar”*

(Bob Marley)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por nossas conversas, por se fazer presente em todos os momentos de minha vida, pelo conforto, pelas bênçãos e pelo aprendizado diário.

Esse é um momento muito importante em minha vida, trata da realização de sonhos, sonhos estes que não os alcançaria sozinho, foram várias as pessoas que me ajudaram e que por muitas vezes acreditaram no meu potencial mais do que eu mesmo. A elas dedico este trabalho.

Aos meus pais, Ana Cristina e Simão Medeiros que incondicionalmente me apoiaram em todas as etapas de minha vida.

Ao professor, orientador, e muito mais do que isso, ao amigo Leonardo de Figueiredo, pelo apoio constante, pela troca de experiências não só acadêmicas, mais de vida.

Aos amigos e irmãos Alex Magno, Emileo Matos, Erick John, Ewerton Henning, Kleber filho, Laert Wagner, Sylvester Medeiros, Vandhuy Martins e Vitor Henrique que compartilharam comigo não só residências universitárias, mais toda uma batalha diária em busca da realização dos nossos sonhos.

Aos amigos Débora Layana, Elayne Gouveia, Fernanda Cruz pela força direta e indireta para a concretização desse trabalho.

Aos amigos de turma Dayse Pereira, Dayse Teixeira, Erivone Veriato, Fernanda Carla, Gilberto de Freitas, Lincon Carvalho, Wagner Felix e Waleska Castro pelo companheirismo e ajuda ao longo da graduação.

A todos os professores que ao longo do curso contribuíram para minha formação acadêmica, em especial aos amigos Anderson Alves e Joel Silva.

Ao Professor Marcos Nascimento da UFRN por sempre mostrar-se a contribuir com a realização deste trabalho.

A Gerência da APA da Barra do Rio Mamanguape, pelo apoio e estrutura fornecida durante a realização dos campos.

Aos moradores das comunidades da APA da Barra do Rio Mamanguape que sempre se mostraram dispostos a contribuir com a realização deste trabalho, em especial a Dona Bela e toda a sua família que sempre me deixaram abertas as portas de sua residência.

Agradeço a todos de modo geral que de modo direto e indireto sempre me ajudaram e continuam me ajudando.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Localização da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	18
Figura 02. Mapa geomorfológico da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	19
Figura 03. Climatologia entre o período de 1961 e 1990.....	20
Figura 04. (A) Gramíneas e a presença de vegetação arbustiva orientada no sentido do vento, (B) bromélia, (C) cactos, (D) área “desnuda” de vegetação arbustiva e presença de coqueiros.....	20
Figura 05. Mapa da densidade demográfica do Brasil no ano de 2007.....	23
Figura 06. Nomenclatura e limites do sistema praial. modificado de Short (1999)....	25
Figura 07. Apresenta um perfil praial com berma (A) e um perfil praial sem berma.....	27
Figura 08. Exemplo de praia reflectiva em Porto da Barra – BA.....	28
Figura 09. Exemplo de praia dissipativa em Alagoas.....	29
Figura 10. Exemplo de praia intermediária em Pernambuco.....	29
Figura 11. Balanço sedimentar de uma praia. Figura 12. Tendência de Formação dos Processos eólicos.....	30
Figura 12. Tendência de Formação dos Processos eólicos.....	34
Figura 13. Os três processos básicos de transporte de sedimentos pelo vento.....	35
Figura 14. Dinâmica da interação praia e dunas frontais.....	36
Figura 15. Morfologia das dunas frontais: estágio bem vegetado e estável (1) a altamente erosivo (5) de acordo com Hesp (1988).....	38
Figura 16. Ocorrência de dunas do tipo <i>hummock</i> no litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul, Brasil.....	39
Figura 17. Dunas do tipo Barcanas.....	40
Figura 18. Dunas do tipo transversais.....	40
Figura 19. Dunas do tipo parabólicas.	41
Figura 20. Principais morfologias de Rupturas de deflação (blowouts). (A) Ruptura do tipo pires; B) Ruptura do tipo calha.	42
Figura 21. Evolução das dunas parabólicas a partir de uma ruptura de deflação (blowout).	43
Figura 22. Utilização de cerca para reparar duna danificada.....	49
Figura 23. Passarela ecológica sobre as dunas da Praia do Cassino/RG.....	50

Figura 24. Parque Nacional de Setonaikai no Japão.....	54
Figura 25. Parque Nacional de Asír na Arábia Saudita.....	55
Figura 26. Parque Nacional Picos da Europa na Espanha.....	55
Figura 27. Parque Estadual da Pedra da Boca – Araruna,- Paraíba –Brasil.....	56
Figura 28. Distribuição dos ambientes geológicos e direção dos ventos e correntes marinhas.....	59
Figura 29. Duna incipiente com vegetação característica de gramíneas.....	60
Figura 30. (A) Presença de aves, (B) Presença de reptéis, (C) e ninho de tartaruga marinha acompanhado do rastro deixado por ela.....	61
Figura 31. Delimitação das zonas em imagem aérea.....	62
Figura 32. (A) Término das dunas incipientes, (B) Formação recifal paralela a linha da costa (vista do mar para o continente).....	63
Figura 33. Contorno das dunas na Barra de Mamanguape, dinâmica reflectiva caracterizada pela formação recifal e disposição dos pontos de coleta de sedimentos.....	64
Figura 34. (A) Morfologia do tipo <i>hummock</i> . (B) Parábolas constituintes de uma duna parabólica.....	64
Figura 35. (A) Trilhas causadas pelo tráfego de veículos e mais ao fundo mirante de observação dos peixes-boi (B) Pastoreio de caprinos.....	65
Figura 36. Localização dos pontos de coleta dos sedimentos realizados no estirâncio, dunas incipientes, dunas embrionárias.....	65
Figura 37. Delimitação da área de dunas e visualização da dinâmica dissipativa do mar	68
Figura 39. Presença de raízes de coqueiros na praia.....	68
Figura38. Deslizamentos de sedimentos na face barlavento.....	69
Figura 40. (A) orientação das folhagens de acordo com a direção do vento. (B) coqueiros implantados.....	69
Figura 41. (A) Trilhas geradas por veículos, (B), pastoreio bovino, (C), construção de uma residência.....	70
Figura 42. Localização dos pontos de coleta de sedimentos realizados no estirâncio, duna estabilizada, pós-duna	70
Figura 43. Loteamento inserido sobre as dunas, dinâmica praial dissipativa e locais dos pontos de coleta de sedimentos	73

Figura 44. Muretas de contenção destruídas.....	73
Figura 45. A e B representam o mesmo local sendo respectivamente, imagem aérea de erosão em um lote não construído, e imagem térrea de erosão em lote não construído.....	74
Figura 46. Localização dos pontos de coleta de sedimentos ocorridos no estirâncio, dunas estabilizadas, dunas estabilizadas.....	74
Figura 47. Contorno das dunas, visualização da dinâmica praial e localização dos pontos de coleta.....	76
Figura 48. Ocorrência de duna parabólica.....	77
Figura 49. Duna sobreposta rochas da Formação Barreiras.....	77
Figura 50. Acúmulo de lixo na praia.....	78
Figura 51. (A), Trilhas causadas pelo tráfego de veículos, (B), trilha de pedestre na face barlavento causado deslizamentos de sedimentos, (C) presença de pastoreio de bovinos.....	78
Figura 52. Localização dos pontos de coleta de sedimentos respectivamente no estirâncio, duna estabilizada e pós duna.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Ecossistemas costeiros e suas respectivas áreas no Brasil.....	24
Quadro 02. Uso e ocupação das dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape.....	62
Quadro 03. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de estirâncio da zona A.....	66
Quadro 04. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa das dunas incipientes da zona A.....	66
Quadro 05. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa das dunas estabilizadas da zona A.....	67
Quadro 06. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de estirâncio da zona B.....	71
Quadro07. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de dunas estabilizadas da zona B.....	71
Quadro 08. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de pós-duna da zona B.....	72
Quadro 09. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Estirâncio da zona C.....	75
Quadro 10. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Dunas estabilizadas da zona C.....	75
Quadro 11. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Dunas incipientes da zona C.....	76
Quadro 12. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Estirâncio da zona D.....	79
Quadro 13. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Duas estabilizadas da zona D.....	80
Quadro 14. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa do Pós-duna da zona D.....	80

RESUMO

O presente trabalho trata da caracterização das dunas costeiras da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape – APA, localizada no litoral Norte da Paraíba. O objetivo principal deste trabalho foi a caracterização ambiental do sistema de dunas da área em questão com base nos fatores naturais e antrópicos. A realização de uma revisão bibliográfica a cerca das questões naturais e antrópicas que envolvem não só as dunas mas também o ambiente costeiro em associação aos conceitos de geodiversidade, constitui o embasamento necessário para a realização deste trabalho. A metodologia utilizada (fragmentação da área em zonas), possibilitou verificar fatores de cunho natural e antrópicos diferenciados que ocorrem entre as zonas. De modo natural a zona A localizada na região da comunidade de Barra do Mamanguape apresenta-se como a menos impactada por processos erosivos, pois a costa encontra-se “protegida” por uma formação recifal que ocorre paralela a linha da costa e que atua como barreira natural gerando uma dinâmica reflectiva na praia. As demais zonas B, C e D localizadas respectivamente nas comunidades de Lagoa de Praia, Praia de Campina e Oiteiro, apresentam uma dinâmica praias dissipativa que é caracterizada pela alta energia das ondas, que nas marés altas quebram na face barlavento das dunas gerando assim processos erosivos. O uso e ocupação das zonas A, B e D se dá por processos de subsistência vinculados a criação de animais de pastoreio e exploração da vegetação para cultivo agrícola, além da exploração turística. A zona C apresenta-se como a mais devastada antropicamente, pois sobre ela foi inserido um loteamento que descaracterizou completamente o ambiente. De um modo geral a área formenta os conceitos básicos da geodiversidade e incita a prática do geoturismo. Este trabalho vem a contribuir para a elaboração de um plano gestor gerando subsídios para a criação de diretrizes voltadas a valorização do ambiente físico.

Palavras-chave: geomorfologia costeira, dunas costeiras, geoconservação.

ABSTRACT

The present paper is about the characterization of the coastal dunes of Environmental Protection Area of the Barra do Rio Mamanguape located in the northern coast of Paraíba. The main objective of this study was to characterize the environmental system of dunes in the area in question based on the natural and anthropic factors. Performing a literature review about the natural and anthropic issues involving not only the dunes but also the coastal environment in association with the concepts of geodiversity, is the necessary foundation for this work to happen. The methodology used (fragmentation of the area into zones) enabled us to verify different natural and anthropic factors that occur among areas. In a natural way the zone A located in the community of the Barra do Mamanguape presents itself as the less impacted by erosion, because the coast is "protected" by a reef formation that occurs parallel to the coastline that acts as a natural barrier generating a reflective dynamic on the beach. The remaining areas B, C and D respectively ranked the communities of Lagoa de Praia, Praia de Campina and Oiteiro, both have a praiial dissipative dynamics which is characterized by high wave energy, in these high tides break the windward side of dunes thus generating the erosion processes. The use and occupancy of areas A, B and D are given by processes linked to subsistence livestock grazing and exploitation of vegetation for other crops, and still holding the chaotic tourist traffic caused by pedestrians and vehicles on the dunes. Zone C is presented as the most anthropically devastated because it was inserted on a blend that completely misread the environment. In general the area ferments the basic concepts of geodiversity and encourages the practice of geotourism. This work is contributing to the development of a management plan generating support for the creation of guidelines aimed at valuing the physical environment.

Keywords: coastal geomorphology, coastal dunes, geoconservation.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	X
RERUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
4.1. Quaternário.....	21
4.2. Ambiente costeiro.....	21
4.3. Ambiente praial.....	24
4.3.1. Tipos de Praia.....	27
4.4. Sistema de dunas costeiras.....	30
4.4.1. Origem e ocorrência das dunas.....	33
4.4.2. Processos físicos de formação de dunas.....	33
4.4.3. Morfologia (Tipos de dunas)	35
4.4.3.1. Dunas frontais ou dunas do pós-praia.....	35
4.4.3.2 Dunas interiorizadas.....	39
4.4.4. Processos deflacionários (<i>blowouts</i>)	41
4.4.5. Fauna e flora (vegetação do sistema de dunas)	43
4.4.6. Importância ambiental e econômica das dunas.....	45
4.4.7. Manejo e recuperação.....	48
4.4.8. Legislação.....	50
4.5. Geodiversidade.....	52
5. METODOLOGIA.....	57
5.1. Etapas de Gabinete.....	57
5.2. Etapas de Campo.....	57

5.3. Análises dos dados.....	58
6. RESULTADOS.....	59
7. DISCUSSÕES.....	85
8.CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

1. INTRODUÇÃO

A conservação dos ecossistemas permaneceu por muito tempo como um obstáculo ao desenvolvimento econômico global. As teorias de desenvolvimento no século XX consideravam a idéia de que somente o crescimento econômico poderia promover a melhoria da qualidade de vida da população, não associando assim os fatores ambientais ao desenvolvimento econômico e qualidade de vida populacional.

Entretanto, esse paradigma vem sendo alterado nas últimas décadas, onde muito se debate a respeito do caos ambiental que se instala em nosso planeta.

Nesse atual cenário mundial, além do constante crescimento da preocupação com a conservação da biodiversidade, as ciências da Terra, como a Geografia, Geologia e a Geomorfologia, vem conquistando mais espaço no meio científico, por tratarem do estudo de registros da evolução do planeta ao longo de sua formação até os dias atuais, das interações entre os elementos do meio abiótico com o biótico e para o entendimento de como essas interações e registros podem auxiliar para a compreensão de processos atuais e futuros.

O potencial cênico de um ambiente associado à disponibilidade de seus recursos naturais pode impulsionar uma desordenada exploração de um patrimônio bastante frágil e esgotável. Essas características se adéquam perfeitamente às zonas costeiras que, segundo Souza *et al.* (2005), correspondem a menos de 15% da superfície terrestre e abriga cerca de dois terços da população mundial, tornando-as, assim, bastante ameaçadas por atividades de cunho antrópico. Um adequado planejamento ambiental voltado a conservação e manutenção de sua biota e principalmente do meio físico torna-se essencial.

O ecossistema costeiro apresenta-se bastante diversificado em seus aspectos biológicos e geológicos/geomorfológicos, proporcionando interações entre os gradientes ecológicos condicionados por aspectos climáticos, hidrográficos, topográficos e bióticos, sendo que, dentre eles, o hidrográfico é o principal agente modelador do relevo costeiro e de sua composição sedimentar.

Inserida em uma paisagem mais recente (datam do período Quaternário), a região costeira possui uma enorme riqueza biológica, mas também podem ser caracterizadas pela complexidade de suas feições geomorfológicas, representadas por praias de diferentes características, recifes areníticos, estuários, mangues, lagunas, dunas e esporões arenosos (restinga). A modelagem dessas feições é fruto da atuação

conjunta de ondas, correntes costeiras e ventos, além de fatores relacionados com variações do nível do mar ocorridas durante o período Quaternário (LIMA *et al*, 2001).

Nos últimos anos intensificaram-se as pesquisas relacionadas aos componentes abióticos do ambiente, sendo utilizado o termo Geodiversidade para descrever a variedade natural dos aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo, incluindo suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004).

Com base nesse conceito, as dunas costeiras se apresentam como um elemento da geodiversidade encontrada no ecossistema costeiro, compondo assim o seu próprio ecossistema, considerando as diversas populações de sua biota e os fatores abióticos nos quais agregam-se interagindo direta ou indiretamente, formando um compartimento ambiental de grande importância ecológica e percepção paisagística.

As dunas costeiras correspondem a estruturas móveis resultantes da acumulação de areias transportadas da praia para o pós-praia pela ação dos ventos, aliando-se também à fatores de disponibilidade de sedimentos, densidade e tipo de vegetação, taxas de acreção e erosão eólica e a frequência e intensidade da energia marinha. Juntamente com a praia, caracteriza uma dinâmica responsável por manter a estabilidade natural e ecológica onde a vegetação também exerce uma função de extrema importância no processo de fixação e desenvolvimento das dunas, sendo considerada pela legislação ambiental brasileira como uma Área de Preservação Permanente (APP), qualificando assim, a sua vital importância para o ecossistema costeiro.

Assim como a biodiversidade é representada pela variedade de seres vivos (meio biótico) de uma região, a geodiversidade está associada aos tipos de ambientes geológicos (e seus produtos) que a constituem, sendo muitas vezes condicionante da biodiversidade (NASCIMENTO *et al*, 2008). Apesar dessa assertiva, o que se observa é que durante muitos anos a biodiversidade tem sido muito mais contemplada e divulgada em detrimento à geodiversidade.

A realidade de uma valorização excessiva da biodiversidade quando comparada com a geodiversidade também se aplica à área de estudos desta pesquisa, a Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, criada com o intuito específico de conservar o Peixe-Boi Marinho (*Trichechus Manatus*) e seu habitat, garantir a conservação dos manguezais, dos remanescentes de Mata Atlântica e dos recursos hídricos; melhorar a qualidade de vida da população local e fomentar a educação ambiental e o turismo ecológico (OLIVEIRA, 2003).

Apesar dos objetivos dessa APA serem bastante abrangentes, percebe-se que grande parte das pesquisas ali realizadas são voltadas à descrição de processos biológicos. Sendo assim, esse trabalho vem a caracterizar as dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape, considerando-as como um elemento da geodiversidade local, associando os fatores naturais e antrópicos, que interagem com a mesma viabilizando assim um conjunto de informações de cunho científico, didático e cultural, que possam a vir fomentar medidas gestoras e uma consequente valorização de atividades geoturísticas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Caracterizar ambientalmente o sistema de dunas costeiras da APA da Barra do Rio Mamanguape.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a morfologia e a dinâmica das dunas costeiras da APA;
- Caracterizar as atividades antrópicas que ocorrem no sistema de dunas;
- Verificar as pressões naturais e antrópicas na área de estudo;
- Ratificar a importância do ecossistema dunar para o ambiente costeiro;
- Associar o ecossistema dunar aos conceitos de geodiversidade e geoconservação.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa compreende uma Área de Proteção Ambiental (APA) federal. Uma APA é uma categoria de Unidade de Conservação que visa proteger elementos naturais, de importância ecológica, paisagística, inseridos em contexto de ocupação humana. As propriedades particulares inseridas em uma APA não são desapropriadas, mas seus proprietários ficam limitados ou proibidos em algumas atividades que potencialmente venham a causar danos ao meio ambiente.

A APA da Barra do Rio Mamanguape foi criada pelo Decreto da Presidência da República de nº 924 de 10/09/1993. Dentre os objetivos da criação desta Unidade de Conservação de Uso Sustentável, consta como o principal a preservação da maior população existente de peixe-boi-marinho no Nordeste brasileiro.

Situa-se no litoral norte do Estado da Paraíba, à cerca 70 km ao norte da capital, João Pessoa, e localiza-se entre as coordenadas geográficas 06°43'02'' e 06°51'54'' S, e 35°07'46'' e 34°54'04'' W, abrangendo cerca de 14.640 hectares. Orienta-se no sentido Leste-Oeste possuindo cerca de 24 km nesse sentido e aproximadamente 11 km de largura máxima, ocorrida no litoral.

Grande parte de sua área total está inserida no município de Rio Tinto, e uma outra porção menor insere-se nos municípios de Marcação e Lucena, apresenta ainda alguns aglomerados e vilas (ALVES & NISHIDA, 2003).

É constituída pelo estuário do Rio Miriri, que representa o limite litorâneo Sul e os estuários dos Rios Mamanguape e Estivas, que representam o limite litorâneo Norte, formando assim a maior área conservada de mangue da Paraíba.

A população humana existente na área é fruto da miscigenação por índios potiguaras, negros e brancos, e tem estreita relação de dependência com a mata e o manguezal para sua sobrevivência, sustentando e mantendo os padrões culturais. Os residentes da área encontram-se distribuídos em 18 comunidades tradicionais no interior da APA e em seu entorno. Essas comunidades integram-se em associações, cooperativas e colônias de pescadores (RODRIGUES *et al.*, 2008).

A área compreende ecossistemas diversos como praias arenosas com cordões de dunas, falésias, arrecifes costeiros, mata de restinga e de tabuleiro, estuários, lagoas, esporões arenosos e uma área de manguezal com remanescente de Floresta Atlântica e Restinga (PALUDO & KLONOWSKI, 1999).

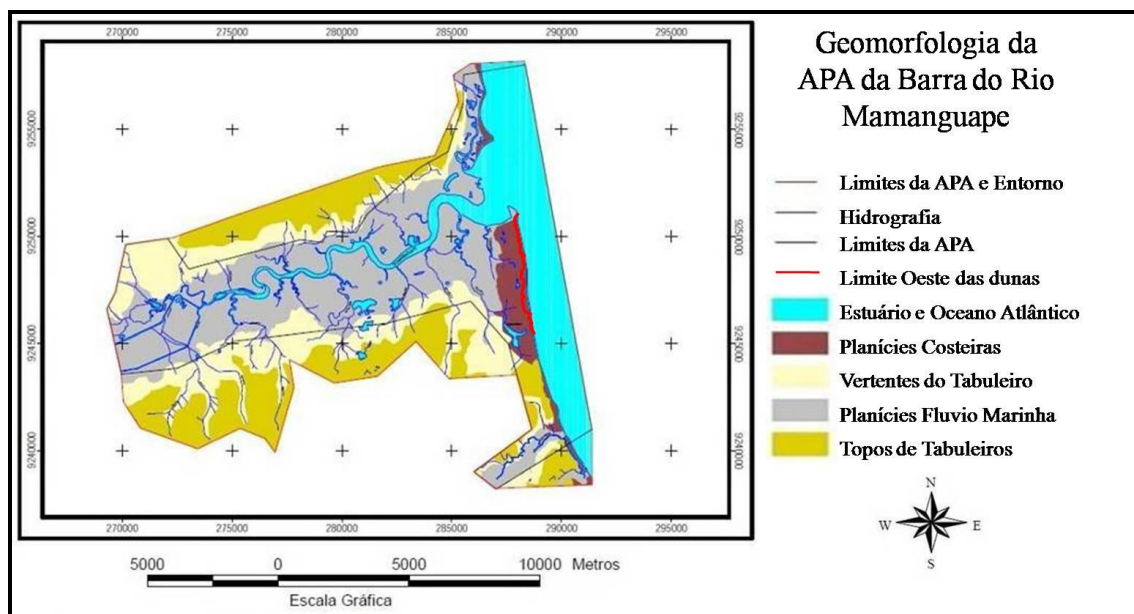


Figura 02. Mapa geomorfológico da APA da Barra do Rio Mamanguape. Adaptado de Oliveira (2003).

As dunas constituem um depósito distribuído como cordão paralelo a linha da costa atingindo cerca de 5 km de comprimento, são formadas por areias esbranquiçadas com grãos de quartzo e outros minerais, podendo ser provenientes da Formação Barreiras, sendo esta responsável pela coloração avermelhada de algumas formações.

As condições de intensidade e energia marinha estão associadas diretamente a predominância dos ventos alísios provindos de Sudeste. A estação seca tem início em meados de setembro e estende-se até fevereiro, sendo outubro e novembro os meses mais secos, período em que há um pequeno aumento da temperatura, com a média em torno de 26°C. Todavia, no período de dezembro a fevereiro, é onde se verificam as temperaturas mais altas, que atingem cerca de 28°C. A estação chuvosa normalmente inicia-se em março e vai até agosto, retornando as condições de seca a partir de setembro. A média das temperaturas mínimas fica em torno de 23°C e distribuem-se entre os meses de julho e agosto (Figura 03) (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1985).

A vegetação caracteriza-se quase que predominantemente por comunidades edáficas sendo estas dependentes muito mais do solo do que do clima, apresenta-se basicamente pela presença de gramíneas, arbustos, bromélias e cactos (Figura 04. A, B, C). As gramíneas estão mais dispostas na face barlavento e/ou ápice, e à medida que a distância continente adentro aumenta o porte da vegetação vai aumentando e variando entre moitas, vegetação rasteira, e em outros pontos não há vegetação. Verifica-se de

forma notória a presença de coqueiros em locais onde praticamente inexiste a presença de vegetação nativa (Figura 04. D).

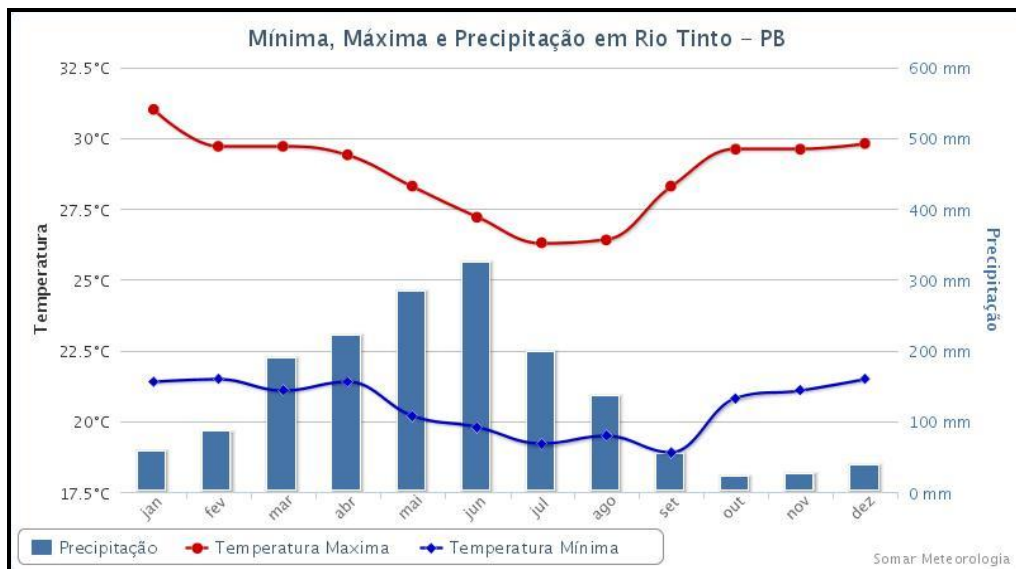


Figura 03. Climatologia entre o período de 1961 e 1990 (Fonte: Somar Meteorologia).

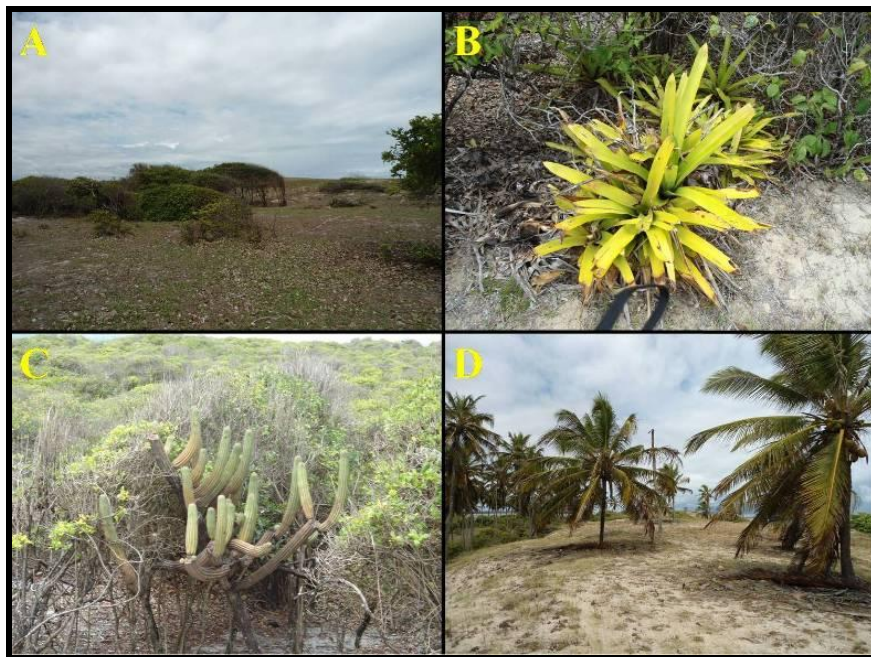


Figura 04. (A) Gramíneas e a presença de vegetação arbustiva orientada no sentido do vento, (B) bromélia, (C) cactos, (D) área “desnuda” de vegetação arbustiva e presença de coqueiros.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Quaternário

Devido à forte influência de seus processos sobre o meio ambiente, o período Quaternário se expressa até hoje na caracterização dos mais variados ecossistemas. O Quaternário é a última divisão do tempo geológico e considera-se que o mesmo tenha tido início há 2 milhões de anos estendendo-se até o presente. Divide-se em duas épocas: Pleistoceno e Holoceno (MOURA *et al.*, 2001).

O Quaternário caracteriza-se, em sua fase mais recente (Holoceno), como um período de grandes transformações ambientais impostas pelo homem. Nos últimos séculos, essa influência vem exercendo forte pressão sobre os ambientes naturais, destituindo-os de suas funções específicas e levando mesmo a seu desaparecimento com sérias consequências para a continuidade da vida no planeta (SOUZA *et al.*, 2005).

É importante conhecer cada vez melhor os processos resultantes da evolução do planeta Terra ao longo de seus 4,6 bilhões de anos, pois representa um ambiente dinâmico de mudanças complexas caracterizado por uma constante reorganização, definida por variações múltiplas que ocorrem até os dias atuais, originadas por fatores astronômicos, atmosféricos, geológicos e mais recentemente antrópicos. O estudo do Quaternário considerando seus eventos e os relacionando a toda evolução geológica do planeta podem identificar acontecimentos futuros (SOUZA *et al.*, 2005).

A dinâmica do Quaternário está impressa nos sedimentos, solos dos terrenos e massas d'água que recobrem a superfície da Terra. As condições de extrema instabilidade da crosta terrestre estão refletidas nos elementos naturais (rochas, solos, água e organismos), submetidos à intensa atividade dos agentes geológicos, climáticos, biológicos e antrópicos (SOUZA *et al.*, 2005).

Os depósitos quaternários brasileiros estão associados às bacias hidrográficas que drenam bacias sedimentares ou as planícies costeiras, sendo estas desenvolvidas principalmente por sedimentos de cordões litorâneos, lagunares, deltaicos e eólicos.

A análise da paisagem costeira apresenta registros importantes de sua evolução geológico/geomorfológica revelando assim, muitos capítulos da história do quaternário.

4.2. Ambiente costeiro

O ambiente costeiro apresenta suporte para ecossistemas relevantes sobre seu aspecto ambiental. Constitui uma diversidade de belas feições e características únicas, sendo bastante dinâmico e frágil a processos naturais e antrópicos. Está situado na fronteira dos dois maiores ambientes do planeta: continente e oceano. É uma região caracterizada pela interconexão entre os componentes biológicos, químicos, físicos, hidrográficos, geológicos/geomorfológicos e climáticos, sendo o hidrográfico o principal agente modelador do relevo e sua constituição sedimentar.

Zona costeira é o espaço em que ambientes terrestres influenciam ambientes marinhos (ou lacustres) e vice-versa. Uma mesma localidade da zona costeira pode ser caracterizada tomando por base critérios físicos, biológicos ou culturais. Eles não precisam coincidir e, na verdade, raramente o fazem (CARTER, 1988 *apud* KNUST, 2011).

Região costeira constitui uma área de mais intensa troca de energia e matéria do sistema Terra. Devido ao frágil equilíbrio existente entre os diferentes processos físicos atuantes e à complexidade e diversidade de ecossistemas presentes (como praias, manguezais, recifes de corais, entre outros), caracterizam-se como áreas de elevada vulnerabilidade à degradação de seus recursos naturais, frente a atividades humanas inadequadas (SILVA *et al.*, 2005).

Compõe um ambiente extremamente dinâmico onde o mar atua alterando a forma e a configuração do continente. Por vezes ocorrem alterações bastante rápidas; outras vezes, lentas a ponto de não serem notadas por uma pessoa durante toda a sua vida; mas do ponto de vista do tempo geológico, estas lentas alterações tornam-se muito expressivas.

Carvalho (1982), considera que a heterogeneidade oferecida por formas diversas de relevo, como praias, dunas, planícies de restinga e mangues homogeneízam a unidade geomorfológica identificada como baixada litorânea ou planície litorânea.

Sendo assim, considera-se que o ambiente costeiro está situado dentro da unidade geomorfológica chamada de planície litorânea, e essa grande diversidade de feições geológicas oferecida pela planície litorânea constitui um potencial cênico que associado a fatores econômicos tornou-se um atrativo para a habitação desta zona. Cerca de dois terços da população Mundial habitam a zona costeira que corresponde a menos de 15% da superfície terrestre, tornando assim o ecossistema costeiro bastante

ameaçado por atividades antrópicas (SOUZA *et al.*, 2005). No Brasil a situação não é diferente segundo o censo IBGE de 2007 (Figura 05).

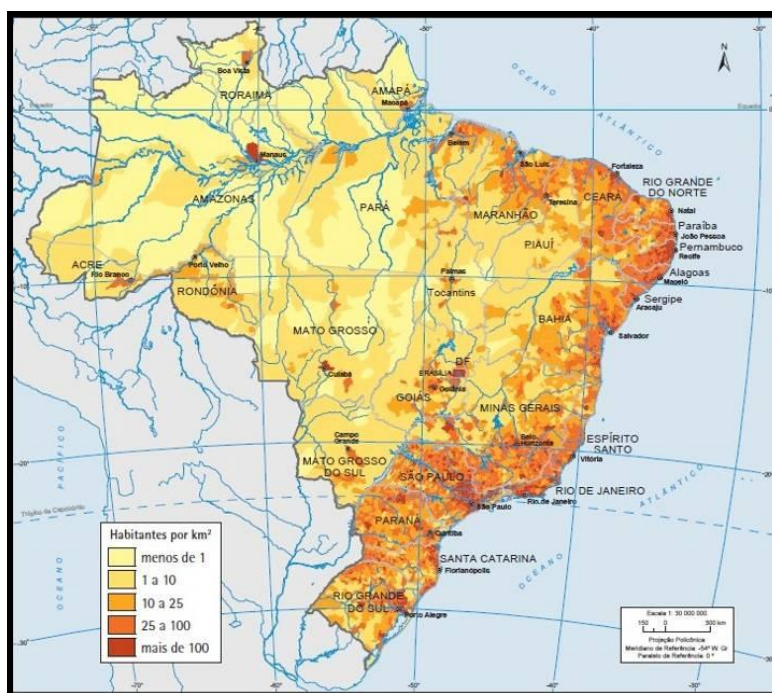


Figura 05. Mapa da densidade demográfica do Brasil no ano de 2007 (Fonte: IBGE).

A Planície Litorânea é geologicamente constituída por sedimentos praticamente atuais (Quaternário), depositados em função da atividade eólica (em áreas mais para o interior) e deposição marinha (na faixa praial), sempre com predomínio de ações de deposições (CORREIA, 2004).

De modo geral, ao longo da costa brasileira, observa-se uma sucessão de planícies costeiras alternando-se com falésias e costões rochosos. No litoral brasileiro as falésias são esculpidas nos sedimentos terciário-quaternários da Formação Barreiras, ou formações correlatas. Os sedimentos Barreiras ocorrem como uma faixa descontínua e de largura variável, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, sob a forma de tabuleiros costeiros, que, por vezes, projetam-se até a linha de praia. Os costões rochosos ocorrem quando a ação das ondas é exercida sobre rochas cristalinas, tanto ígneas quanto metamórficas, com maior destaque para o litoral sudeste, onde as encostas da Serra do Mar atingem diretamente a linha de costa em vários setores (SILVA *et al.*, 2008).

O MMA/SBF/GBA (2010), apresentou em tamanho (área) essa diversidade dos ecossistemas costeiros brasileiros (Quadro 01).

Quadro 01. Ecossistemas costeiros e suas respectivas áreas no Brasil (Fonte: MMA/SBF/GBA (2010)).

Ecossistemas	Área (ha)
Banhados e áreas alagadas	4.849.671
Costões rochosos	144.475
Dunas	318.312
Estuários	6.696.787
Lagunas	1.518.426
Manguezais	1.225.444
Marismas	12.149
Praias	82.778
Restingas	469.283

Considerando que, de modo geral, o ecossistema costeiro vem sofrendo alterações naturais, e que as mesmas são causadas por uma complexidade de processos que compõem uma ciclagem natural, e somando a isso os fatores de cunho antrópico, o ecossistema costeiro apresenta-se com um potencial enorme para desequilíbrios ambientais.

A descrição geológica de áreas costeiras permite, além de sua caracterização, definir os principais tipos de processos naturais que comandam a sua evolução até o momento presente, e mais ainda prever o seu comportamento futuro (SOUZA *et al.*, 2005). Em outras palavras, o melhor entendimento dos processos costeiros, trata-se de compreender o presente, desvendar o passado e conseqüentemente “prever o futuro”.

Há de se considerar que o melhor entendimento dos processos atuantes sobre o ecossistema costeiro é de fundamental relevância para o planejamento do uso e ocupação desse frágil e importante ambiente.

4.3. Sistema praial

As praias são depósitos de sedimentos arenosos inconsolidados, constituídas também por cascalhos e/ou conchas acumulados por ação das ondas, que se estendem desde o nível de baixa-mar média (profundidade de interação com o substrato) até onde há mudanças na fisiografia, tais como zona de dunas ou escarpa de berma (falésia marinha). São ambientes extremamente dinâmicos, onde areia, água e ar estão sempre em movimento. As praias também fornecem importantes áreas costeiras de lazer.

O sistema praial, na realidade, é um pouco mais amplo do que o termo praia (Figura 06). Estende-se de pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente (COUTINHO *et al.*, 1997).

Classicamente, as praias são acumulações de materiais geralmente inconsolidados (areias e cascalhos), acumulados em uma limitada faixa por ação das ondas, apresentando mobilidade, cujos ambientes estão sujeitos a uma grande variabilidade em sua expressão morfológica e em suas características sedimentológicas (MANSO, 1997). As areias das praias são geralmente oriundas dos rios que erodem os continentes e transportam seus fragmentos até o litoral, onde o mar encarrega-se de distribuí-los pela costa.

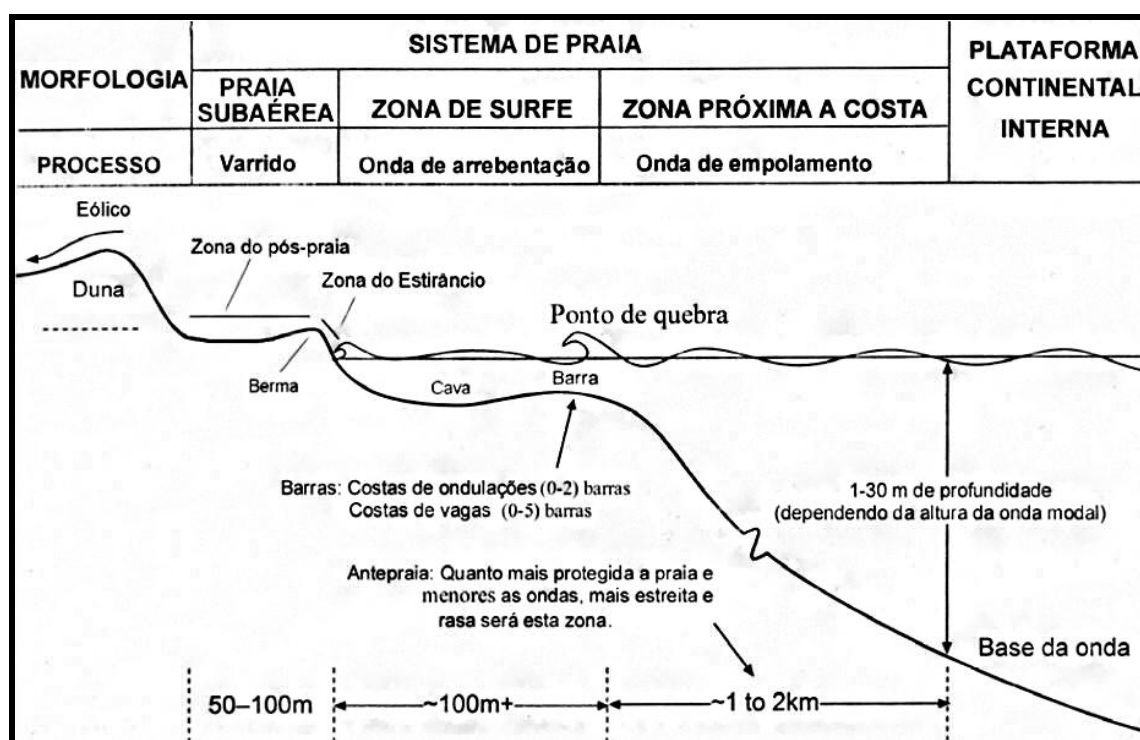


Figura 06. Nomenclatura e limites do sistema praial. Extraído de Portz (2008), modificado de Short (1999).

Souza *et. al.* (2005) caracterizam essas subdivisões do ambiente praial como:

- **Zona do pós-praia:** zona que se estende do nível do mar na maré alta de sizígia até a base de uma falésia, duna, terraço marinho, linha de vegetação permanente. Em praias dissipativas e intermediárias, é comum o retrabalhamento eólico e o

desenvolvimento de dunas embrionárias na sua porção superior. Essa zona é esporadicamente atingida pelas ondas de tempestade, que podem ali desenvolver uma berma de tempestade, atingir o seu limite superior ou mesmo ultrapassá-lo.

- **Zona do Estirâncio:** zona praial situada entre o nível do mar (NM) na maré alta de sizígia e o nível do mar na maré baixa de sizígia. Os biólogos a denominam de zona de intermaré. Em regimes de macromaré, essa zona pode ser subdividida em: zona de intermarés superior, limitada pelas linhas de maré altas de sizígia e de maré alta de quadratura, zona de intermarés média, limitada pelas linhas de maré alta de quadratura e de maré baixa de quadratura, e zona de intermarés inferior, limitada pelas linhas de maré baixa de quadratura e maré baixa de sizígia.
- **Praia subaérea:** zona que se estende do ponto da última quebra de onda normal na face da praia até o limite máximo de ação do espraçamento de ondas de tempestade. Engloba a pós-praia e parte do estirâncio. A posição da face da praia modifica-se com as variações diárias e sazonais do NM.
- **Zona de surfe e de arrebentação de ondas:** zona que se estende da primeira linha de arrebentação de ondas até o ponto da última quebra da onda sobre a face da praia.
- **Zona próxima à costa:** zona compreendida entre o nível base da ação das ondas de tempo bom e a primeira linha de arrebentação de ondas. Nessa zona, ocorre o processo de empolamento de ondas , entendido como uma progressiva redução do comprimento de onda e aumento de sua altura, que resulta em sua arrebentação.

Entretanto, não necessariamente todo sistema praial mantém esse padrão, pode haver uma variação considerável entre o tamanho das zonas e possuir ou não berma (Figura 07).

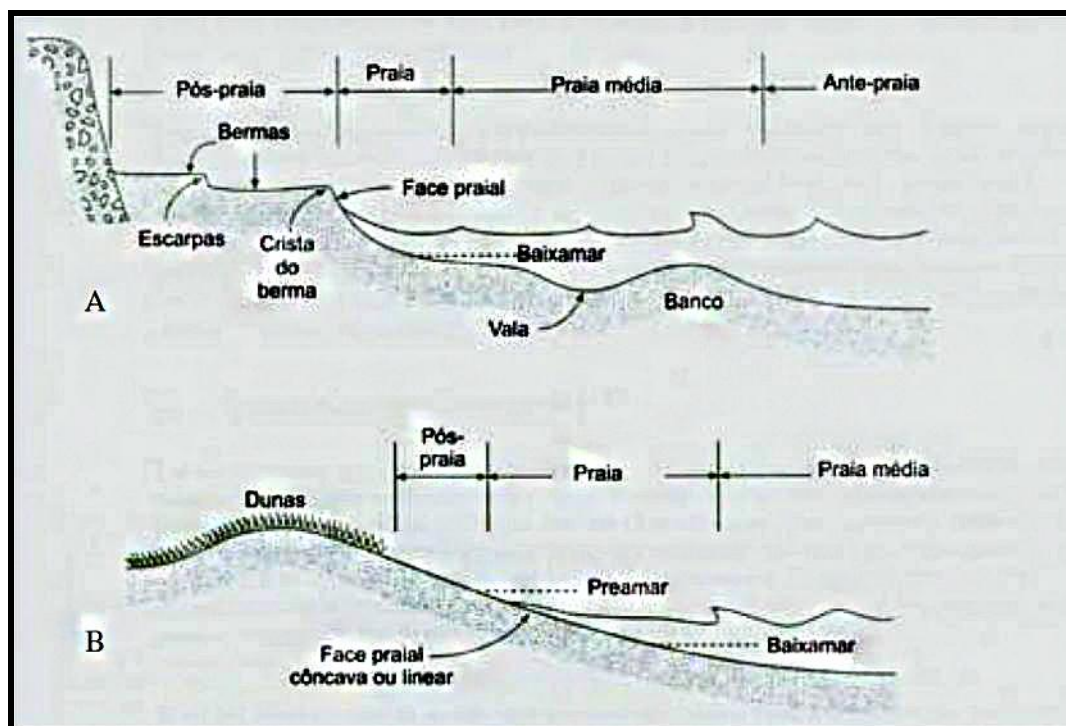


Figura 07. Apresenta um perfil praias com berma (A) e um perfil praias sem berma. Extraído de Fracasso (2005), modificado de Hesp (1999).

4.3.1. Tipos de Praia

A variabilidade das ondas, da maré, do vento e das características dos sedimentos de uma praia pode variar amplamente de acordo com seu estado morfodinâmico, sendo este caracterizado pelas condições mais frequentes, em resposta ao tipo de arrebentação e ao tipo de sedimentos predominantes (CALLIARI *et al*, 2003).

A morfologia de uma praia em um determinado tempo é função da característica dos sedimentos, das ondas, das condições de maré e de vento, e do estágio modal de praia antecedente. Entretanto, durante um período longo e tempo uma dada praia tende a exibir um estágio modal recorrente ou predominante (SOUZA *et al*, 2005).

Borba (1999) define que um perfil praias modifica-se de acordo com as variações hidrodinâmicas da área, que podem ser influenciadas pela presença ou não de recifes (arenito ou corais), áreas de deposição ou erosão, e por obras de engenharia (espigões, enrocamentos, quebra-mares, revestimentos, diques ou suprimento artificial de areia).

Os processos morfodinâmicos determinam o perfil praial e estão associados à classificação das praias, podendo ser: reflectivas, dissipativas ou intermediárias. Cada tipo de praia tem uma dinâmica própria.

As praias reflectivas são relativamente curtas no comprimento em comparação com os outros tipos de praia (Figura 08), tendem a formar-se nas zonas abrigadas, recifes, etc. Este tipo de praia é geralmente mais segura para os banhistas, com exceção da área mais profunda, na zona entre marés e, a zona da rebentação quando existem ondas maiores. A zona da praia íngreme e abrupta entre as águas rasas e as águas profundas também poderá ser um problema para os idosos e crianças (disponível na internet site - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>).



Figura 08. Exemplo de praia reflectiva em Porto da Barra – BA. (Extraído de - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>)

As praias dissipativas se caracterizam por serem mais expostas, apresentam uma extensa região de quebramento de ondas (Figura 09), onde a energia vai se dissipando, com isso na face da praia a energia de ondas é baixa com granulometria mais fina e pouca declividade. Esse tipo de praia exibe uma diversidade maior por apresentar uma produtividade primária alta. Frequentemente, encontram-se campos de dunas associados a este tipo de praia (disponível na internet site - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>).



Figura 09. Exemplo de praia dissipativa em Alagoas. Extraído de - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>.

As praias do tipo intermediárias caracterizam-se por apresentarem tendências reflectivas e/ou dissipativas. São praias com características mistas e que podem ser identificadas pela presença de correntes de retorno (Figura 10). Praias intermediárias possuem um relevo de fundo bastante variável, com bancos e cavas, onde aparecem buracos. Deve haver um cuidado especial com a arrebentação violenta, que torna crianças e idosos especialmente suscetíveis (disponível na internet site - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>).



Figura 10. Exemplo de praia intermediária em Pernambuco. Extraído de - <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>.

De acordo com Souza *et al.* (2005) essa variedade na energia existente na dinâmica praial, representa um fator de extrema importância no balanço sedimentar costeiro (Figura 11), originam correntes que agregam funções de transporte, deposição e erosão. O processo de movimento de sedimento ao longo da costa é chamado de deriva litorânea e constitui um dos mais relevantes transportes de sedimentos ao longo das costas arenosas, sendo assim, o principal processo responsável pelas migrações laterais das desembocaduras fluviais, lagunares e estuarinas ao longo da linha da costa.

Suprimento de sedimentos para a praia	Perda de sedimentos da praia	Balanço
Provenientes dos rios e canais de maré	Transportados rumo ao continente, para rios e canais de maré	Processos deposicionais e erosivos no sistema praial, <i>em equilíbrio</i>
Provenientes de costões rochosos, praias e depósitos marinhos frontais	Transportados ao longo da praia (correntes de deriva litorânea)	
Provenientes da plataforma continental (correntes geradas por ondas e marés)	Transportados para a plataforma (correntes de retorno e de costa-afora)	
Provenientes das dunas (transportadas pelo vento e ondas de tempestades)	Removidos para as dunas (ventos e ondas de tempestade)	
Alimentação artificial da praia (contribuição antrópica)	Extração/mineração de areia da praia e de desembocaduras	
Aumento do volume de sedimentos produzidos no continente na plataforma continental (causas naturais e antrópicas)	Redução do volume de sedimentos produzidos no continente e na plataforma continental (causas naturais e antrópicas)	

Figura 11. Balanço sedimentar de uma praia. Extraído de Souza *et al* (2005).

4.4. Sistema de dunas costeiras

As dunas, segundo Guerra (1997), seriam colinas ou montes de areias geralmente quartzosas, podendo estar tanto no interior do continente, como no litoral, acumuladas ou retrabalhadas por atividade de ventos, ativas (em movimento) ou inativas (estacionárias), podendo possuir diversas classificações que, estão relacionadas com a sua forma, origem, morfodinâmica, composição granulométrica e posição geográfica.

De acordo com o Departamento de Conservação *Te Papa Atawhai* (Nova Zelândia) - <http://www.doc.govt.nz/publications/conservation/native-plants/pikao-or-pingao-the-golden-sand-sedge/sand-dune-ecology/>), as dunas costeiras são formadas por areia erodida, principalmente da costa, e de grãos de rochas derivadas de fontes oceânicas (por exemplo: recifes de corais) e/ou terrestres (fontes fluviais).

Sendo assim, dunas costeiras representam o resultado da interação entre processos marinhos e eólicos, vegetação, pressão humana e a geomorfologia do sistema. Deste modo, a forma destas dunas (costeiras) obedece a uma série de fatores incluindo o formato da linha de costa, formato da praia, correntes e ondulações (*swell*) dos oceanos, vento predominante, frequência das ressacas e tamanho das partículas de areia (FRACASSO, 2005).

Silva (2002), cita em seu trabalho que diversos autores vem estudando a geologia e os aspectos sedimentológicos da região costeira ao sul do município de Natal/RN, onde identificaram duas gerações principais de dunas, as quais denominaram de “Dunas Antigas”, que geralmente são fixadas por vegetação, e possuem uma coloração amarelada a avermelhada sendo compostas por areias de granulometria fina estando estes sobrepostos aos sedimentos do Grupo Barreiras, e as “Dunas Recentes Móveis”, de coloração esbranquiçada que constituem um cordão fino e alongado paralelamente à linha de costa.

Nogueira (1981a, 1981b, 1982), *apud* Silva (2002), definiu essas duas gerações de dunas, da cidade de Natal em:

- Dunas Fixas ou Paleodunas, sendo a geração mais antiga, constituída por sedimentos de coloração avermelhada a amarelada, bem selecionados, com idade aproximadamente compreendida entre o Pleistoceno Superior e o Holoceno.
- A segunda geração, mais recente, de Dunas Móveis, com idade Holocênica e coloração esbranquiçada.

Nogueira (1981a, 1981b, 1982), *apud* Silva (2002), associou ainda a coloração avermelhada a amarelada das paleodunas a sedimentos retrabalhados da Formação Barreiras e estando estas fixas devido à presença da cobertura vegetal e uma cimentação incipiente de óxidos de ferro.

Sendo assim as paleodunas são feições mais antigas que possuem uma camada vegetal mais espessa, apresentam areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosa, com tons amarelados, alaranjados e acinzentados, de composição quartzosa e/ou quartzo-feldspática (SILVA, 2002).

“Ab’Saber cita que “antes da formação dos depósitos que originaram o Grupo Barreiras, o clima regional era úmido. Após agressiva erosão, acompanhada de sedimentação, formaram-se as espessas baixadas semi-áridas, que ocasionaram os depósitos do Tabuleiro Costeiro. Na fase de transição do clima úmido para semi-úmido, houve dissecação e forte remoção dos depósitos anteriormente formados por climas mais secos que os atuais, dando origem a formas dunares, hoje identificadas como paleodunas”.

4.4.1. Origem e ocorrência das dunas

As dunas costeiras formaram-se durante os últimos 5000 anos pela interação entre o mar, o vento, a areia e a vegetação (disponível na internet site - <http://www.octopus.furg.br/nema/dunas/dunas.htm>). Entretanto, em curta escala de tempo, as dunas costeiras têm sido associadas com o excesso de sedimentos e períodos de progradação da zona de praia/duna. Assim, a principal fonte sedimentar das dunas é a partir da areia marinha liberada para a praia através de ondas. Uma vez exposto ao ar o sedimento é seco e torna-se vulnerável a processos aerodinâmicos. Sendo assim, praias dissipativas, mais largas (perfil de verão), constituem fonte ideal para o transporte eólico (CARTER, 1988).

O processo de formação das dunas costeiras está relacionado principalmente à interação do vento com a vegetação. O desenvolvimento de dunas depende do tipo de sedimento da natureza do fornecimento sedimentar, da presença de ventos acima da velocidade crítica do movimento da areia (preferencialmente com uma resultante em direção à praia) e da vegetação capaz de iniciar a estabilização. Outros fatores locais incluem: topografia, natureza do clima, de ondas, amplitude da maré e, em escala de tempo maior, a tendência do nível do mar.

Dunas costeiras têm uma ampla distribuição, mas são mais comuns em costas que apresentam um considerável estoque de sedimentos arenosos e com fortes ventos em direção ao continente (TABOSA, 2002).

A costa do nordeste brasileiro apresenta comumente a presença de dunas costeiras. Entretanto, sua maior incidência ocorre nas áreas em que se registram no mínimo quatro meses secos consecutivos durante o ano. Estes setores são representados principalmente por planície costeira, distribuídas desde a desembocadura do Rio São Francisco até a costa norte/nordeste do Brasil. Adicionalmente deve-se notar que a persistência dos ventos alísios na costa do Nordeste constitui-se um importante fator

secundário favorecendo o desenvolvimento de dunas costeiras nessa região (disponível na internet site - <http://www.cpgg.ufba.br/lec/dunas.htm>).

Na planície costeira ocorrem expressivos campos de dunas. Ali são reconhecidas duas gerações de dunas, uma inativa já fixada pela vegetação, e outra ativa, bordejando a linha da costa e avançando sobre a primeira. Dentro do contexto estudado, observa-se na região um certo predomínio de dunas parabólicas. A constituição deste tipo de campo de dunas sofre forte influência da vegetação no seu desenvolvimento. A vegetação nativa desempenha importante papel na formação e fixação das dunas. Esta vegetação é formada por plantas adaptadas às condições ambientais extremas como salinidade, atrito dos grãos e movimentos de areia. Na medida em que a vegetação pioneira cresce, as dunas ganham volume e altura. Com o passar do tempo outras plantas colonizam o local, mantendo o equilíbrio ecológico e a estabilidade do cordão de dunas litorâneas. (disponível na internet site - <http://www.octopus.furg.br/nema/dunas/dunas.htm> 24/02/2012).

4.4.2. Processos físicos de formação de dunas

Dunas costeiras se formam de areia marinha liberada para a praia da área próxima à praia por ondas. Uma vez exposto ao ar o sedimento é seco e removido pelo vento. Este processo é extremamente variável. Não existe garantia de que o sedimento vai passar diretamente do mar para as dunas ,porém, um certo padrão é observado.

O desenvolvimento de dunas depende do tipo de sedimento, da natureza do fornecimento sedimentar, da presença de ventos acima da velocidade crítica de movimento da areia (preferencialmente com uma resultante em direção à praia) e vegetação capaz de iniciar a estabilização.

A formação de dunas frontais é mais intenso em estirâncios dissipativos, onde o grande volume de areia é armazenado subaereamente em maré baixa. Praias reflectivas são formadas por um material sedimentar mais grosseiro o qual não é facilmente transportado pelo vento. A amplitude da maré é especialmente importante. Uma grande amplitude expõe uma grande área intertidal que frequentemente é seca entre as marés e constitui uma fonte de areia capturada pelo vento (TABOSA, 2002). Ainda de acordo com Tabosa (2002), o mecanismo de formação de uma duna pode ser resumido conforme apresentado na Figura 12.



Figura 12. Tendência de Formação dos Processos eólicos (TABOSA, 2002 modificado de HUSTED, 2000).

Segundo Scherer (2004), o transporte de areia pelo vento se produz através dos seguintes mecanismos: saltação, suspensão e rastejamento ou arrasto superficial (Figura 13). Quando o vento sopra sobre uma superfície arenosa existe uma tendência de diminuição da velocidade em direção ao substrato aproximando-se de zero. No momento em que a pressão de cisalhamento exercido pelo vento sobre o substrato arenoso ultrapassar um determinado valor crítico, alguns grãos começam a mover-se para frente chocando-se com outros grãos que se encontram imóveis. O impacto faz com que alguns grãos sejam arremessados para cima, passando a penetrar em espaços com velocidades maiores. Isto faz com que os grãos descrevam uma trajetória parabólica, onde ao caírem chocam-se com outros grãos ampliando o processo de saltação. Quando os grãos que se encontram em saltação chocam-se com outros grãos de tamanho maior, estes últimos podem somente rolar para frente descrevendo um processo denominado de rastejamento. Por outro lado, se as partículas projetadas para o ar forem menores que 0,15 cm, estas podem ser transportadas por suspensão através de longas distâncias.

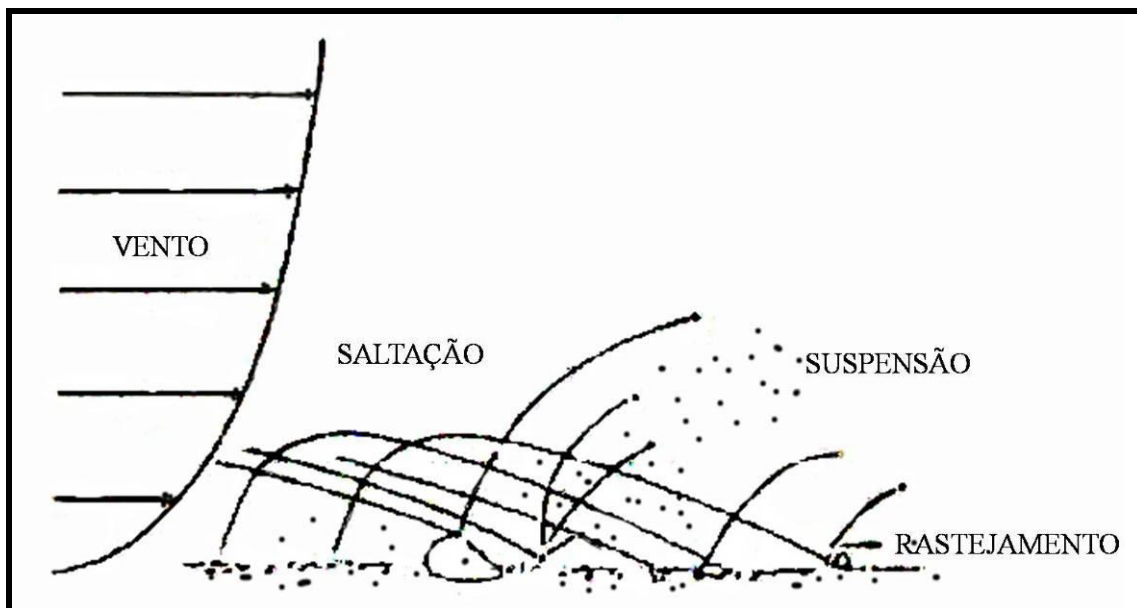


Figura 13. Os três processos básicos de transporte de sedimentos pelo vento. Extraído de Scherer (2004).

4.4.3. Morfologia (Tipos de dunas)

As dunas apresentam uma morfologia bastante variada de acordo com a quantidade de sedimento disponível, a constância e variação do vento e a cobertura vegetal.

Existem diversos termos utilizados entre os pesquisadores que designam as mesmas feições. Para efeito deste trabalho, adotou-se a divisão das dunas costeiras em dois tipos: frontais, que podem ser incipientes e/ou estabilizadas; e interiorizadas, que podem se subdividir em transversais, barcanas, parabólicas, longitudinais.

4.4.3.1. Dunas frontais ou dunas do pós-praia

As dunas frontais, são classificadas como cordões paralelos à linha de costa e formadas logo após o pós-praia quando sedimentos, preferencialmente de granulometria fina, são transportados pelo vento e depositados quando encontram algum tipo de barreira geralmente representada pela vegetação. Constituem, juntamente com as praias, ambientes extremamente dinâmicos e em constante alteração. O desenvolvimento das dunas frontais tendem a aumentar dependendo da disponibilidade de sedimentos praias, intensidade e forma dos ventos, considerando a erosão insignificante (Figura 14).

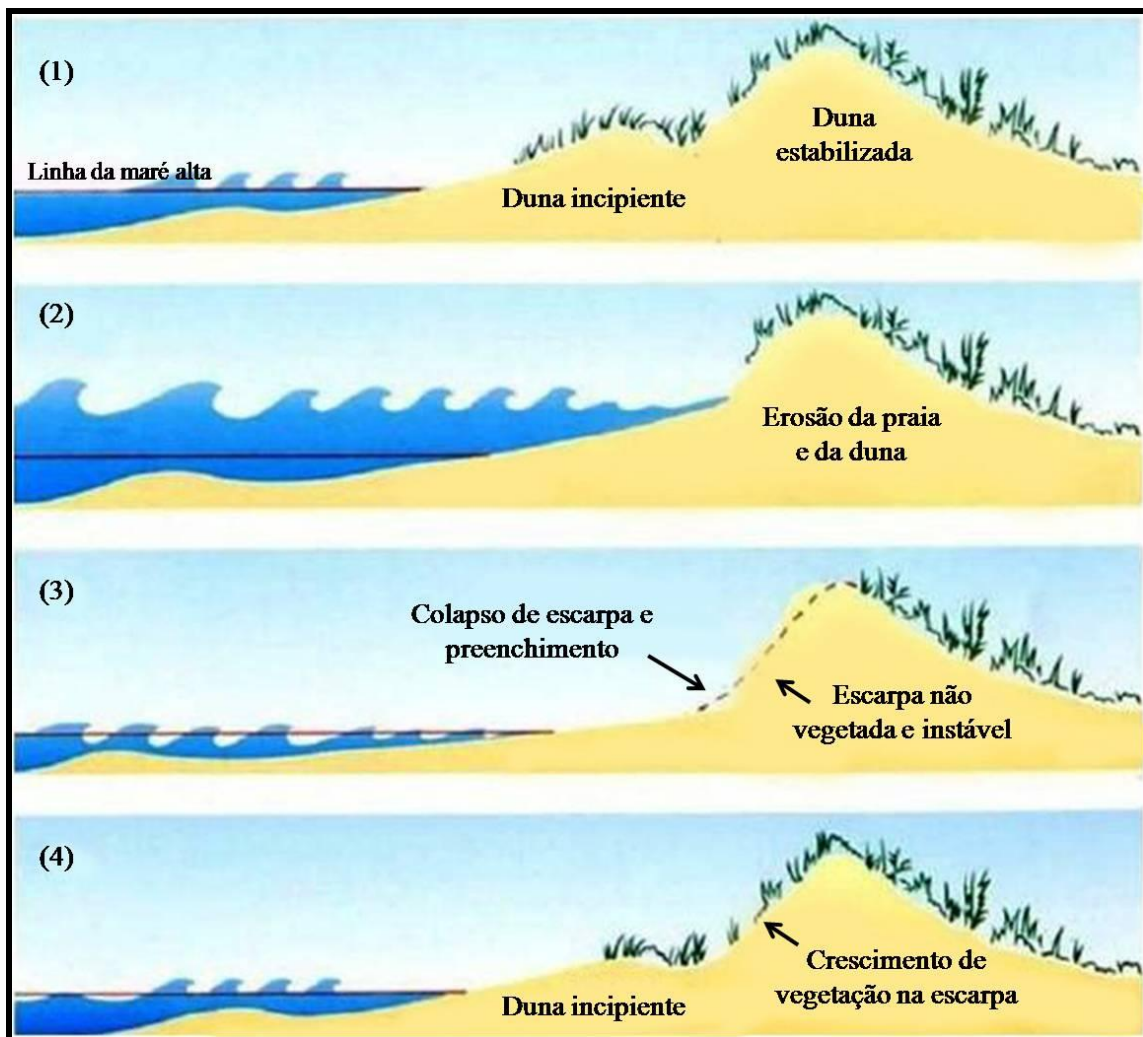


Figura 14. Dinâmica da interação praia e dunas frontais. Extraído de Fracasso (2005), modificado de Short e Hesp (1982).

A alta energia das ondas, nos eventos de marés meteorológicas, pode elevar o nível do mar e dependendo de sua intensidade e duração pode provocar uma significativa erosão na face marinha das dunas frontais. A erosão da face marinha das dunas caracteriza-se pela feição escarpada, próximas de 90° de inclinação (JARDIM, 2010).

O ciclo de erosão e recomposição da duna garante o equilíbrio dinâmico que protege as costas da incursão da água do mar em eventos de ressaca, mas esse mesmo ciclo pode ser rompido quando a atividade antrópica modifica as características do ambiente (HESP, 2000 *apud* JARDIM, 2010).

As dunas frontais recebem diversas classificações, porém as duas mais utilizadas são: dunas incipientes (ou embrionárias) e dunas estabilizadas, podendo esta última ser

caracterizada de acordo com sua morfologia e estado ecológico (densidade e diversidade vegetal).

a) Dunas frontais incipientes ou embrionárias

Dunas frontais incipientes ou dunas embrionárias são acúmulos de areia recém desenvolvidos pela deposição de areia em agrupamentos vegetais ou plantas individuais. Sua formação inicia-se quando a areia transportada pelo vento proveniente dos depósitos secos do pós-praia (Figura 15) é aprisionada pela vegetação pioneira da praia. Uma vez aprisionados, os grãos de areia ficam abrigados da ação eólica e vão se acumulando à medida que o fluxo de vento atravessa a vegetação. Tais dunas formam-se na pós-praia sobre o crescimento de vegetação pioneira na linha de detritos da maré ou então, sobre a extensão de rizomas de vegetação que se desenvolveu sobre as dunas estabilizadas (HESP, 2002).

A vegetação característica nessas dunas é do tipo gramínea, elas atuam na retenção dos sedimentos e são extremamente adaptadas ao alto teor salino e das demais variações ambientais.

b) Dunas frontais estabilizadas

As dunas frontais estabilizadas desenvolvem-se a partir de dunas frontais incipientes com acresção de areia sobre o lado em direção ao mar. Embora as dunas frontais estejam acima da linha das ondas, na maior parte do tempo elas estão frequentemente sujeitas às ondas de tempestades, a processos de sobre-lavagem e intervenções antrópicas (HESP, 1984 *apud* FRACASSO, 2005).

A morfologia das dunas frontais estabilizadas depende, além do tipo da vegetação, da disponibilidade de sedimentos na pós-praia, das taxas de acresção e erosão eólica e da densidade das redes de drenagem dos sangradouros. Sua altura e volume estão relacionados também com o perfil morfodinâmico da praia que provê sedimentos ao sistema. Praias de perfil dissipativo tendem a apresentar dunas maiores, ao passo que praias reflectivas apresentam dunas menores (JARDIM, 2010 *apud* HESP, 2000).

Segundo Calliari *et al* (2005) *apud* Hesp, (1988), as dunas seguem um modelo evolutivo de médio a longo termo, divididos em cinco estágios, que pode ser aplicado a costas progradantes, estáveis ou em erosão. Os estágios extremos compreendem o estágio 1 caracterizado por dunas com topografia simples, lateralmente contínuas e bem vegetadas (90-100%), e o estágio 5 onde grande parte das dunas frontais foram removidas por ação dos ventos e/ou ondas, permanecendo apenas montículos remanescentes e segmentos dos cordões. Entretanto, Fracasso (2005), afirma que é incomum que a duna frontal do tipo 5 evolua para uma duna frontal do tipo 1 ou 2, assim como é pouco provável que todas as rupturas de deflação ou blowouts formados (tipo 5) sejam preenchidos pela areia (tipo 1). Porém, é razoável de se esperar que a duna frontal do tipo 5 migre para a duna frontal do tipo 4 se existem condições para um maior crescimento na vegetação (Figura 15).

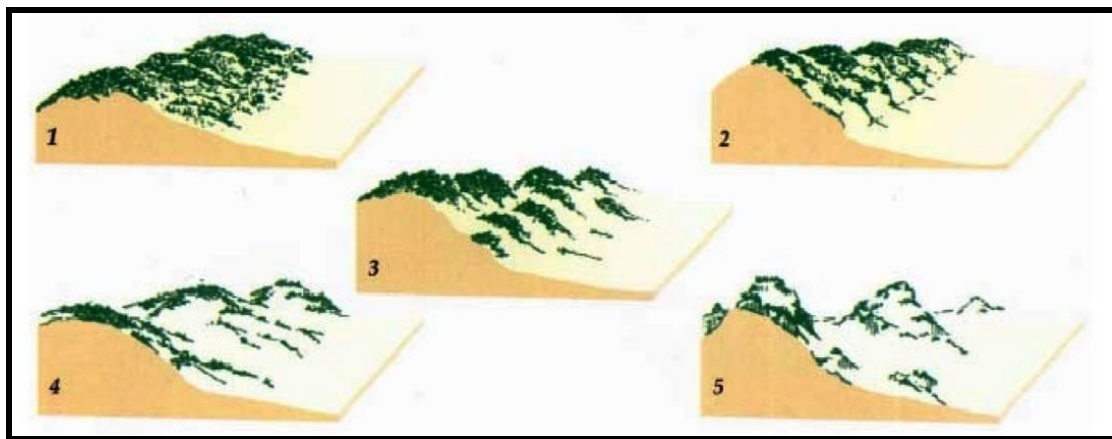


Figura 15. Morfologia das dunas frontais: estágio bem vegetado e estável (1) a altamente erosivo (5) de acordo com Hesp (1988), Extraído de Araújo (2006).

As rupturas de deflação tendem serem formadas por morfologias do tipo *hummock* que geralmente ocorrem nos estágio 3, e caracterizam-se como montículos de areia completamente ou parcialmente vegetados, apresentando formato irregular (Pye & Tsoar, 1990 *apud* Araújo 2006). Em regiões costeiras, estas dunas podem evoluir para uma série de cadeias descontínuas paralelas à linha de costa ou apresentar uma distribuição aleatória (Figura 16).



Figura 16. Ocorrência de dunas do tipo *hummock* no litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. Extraído de Calliari *et al*, (2005).

4.4.3.2. Dunas interiorizadas

As dunas interiorizadas são aquelas posicionadas atrás das dunas frontais estabilizadas, ou do pós-praia, são comumente mais estáveis e cobertas com arbustos de porte médio a alto, que pode ser caracterizado como uma vegetação de restinga (FRACASSO, 2005 *apud* HESP, 1999). Estas podem possuir diversas morfologias, que dependem de fatores como tipos e taxas de suprimento de areia, características da superfície percorrida pelos grãos transportados pelo vento e da presença da vegetação fixadora, de acordo com o suprimento desses fatores as duna podem adquirir tamanhos e formas distintas, orientadas no sentido paralelo e/ou perpendicular ao sentido dominante do vento bem como adquirir formas bastante complexas. As formas de dunas costeiras mais comuns são: barcanas e/ou barcanóides, transversais e parabólicas, essas morfologias podem variar de acordo com a presença ou ausência de vegetação, disponibilidade de sedimentos e umidade.

a) **Dunas Barcanas (*Barchan Dunes*):** desenvolvem-se em ambientes de ventos moderados e fornecimento de areia limitado. Assumem formas de “meia lua” ou “lua crescente” (Figura 17), ficando suas extremidades voltadas para o mesmo sentido do vento. Podem migrar longas distâncias sem grandes alterações em sua forma. No Brasil essas formas são relativamente raras. Porém no litoral, onde a vegetação limita o fornecimento de areia, formam-se cadeias de dunas similares que são denominadas de dunas barcanóides (TEXEIRA *et al*. 2000).



Figura 17. Dunas do tipo Barcanas. Extraído de http://www.limarino.com.ar/AAC/lcntrd/lc_ntrdccn.html.

b) **Dunas Transversais (*Transverse Dunes*)**: essas dunas têm sua origem condicionada pela presença de ventos frequentes e de direção constante, bem como suprimento contínuo e abundante de areia para sua construção (Figura 18). As regiões litorâneas constituem-se ambientes propícios para a formação desse tipo de dunas, com ventos adequados, velocidade constante a abundancia de grãos de areia. O termo transversal provém da sua orientação aproximadamente perpendicular ao sentido preferencial do vento (TEXEIRA *et al.* 2000).

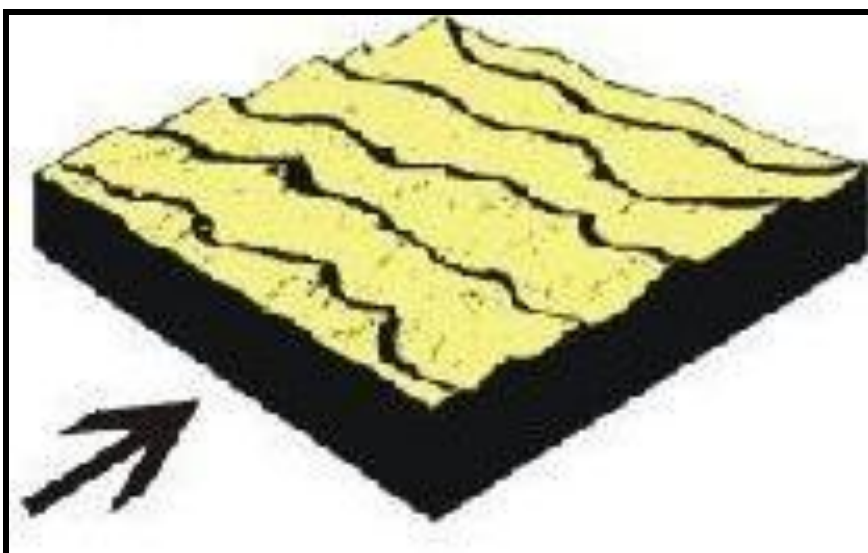


Figura18. Dunas do tipo transversais. Extraído de http://www.limarino.com.ar/AAC/lcntrd/lc_ntrdccn.html.

c) **Dunas Parabólicas (*Parabolic Dunes*)**: possuem morfologia semelhante à das dunas barcanas, diferindo destas pela curvatura das suas extremidades que é mais fechada, com geometria em “U” ou em “V” (Figura 19), por possuir as extremidades voltadas para o sentido contrário ao do vento. São formadas em regiões de ventos fortes e constantes, com suprimento de areia superior ao das barcanas. Sua ocorrência na América do Sul se dá com maior frequência em zonas costeiras. Sendo a vegetação importante no controle e evolução na construção desse tipo de duna, sendo o parâmetro que limita o fornecimento de areia (TEXEIRA *et al.* 2000).

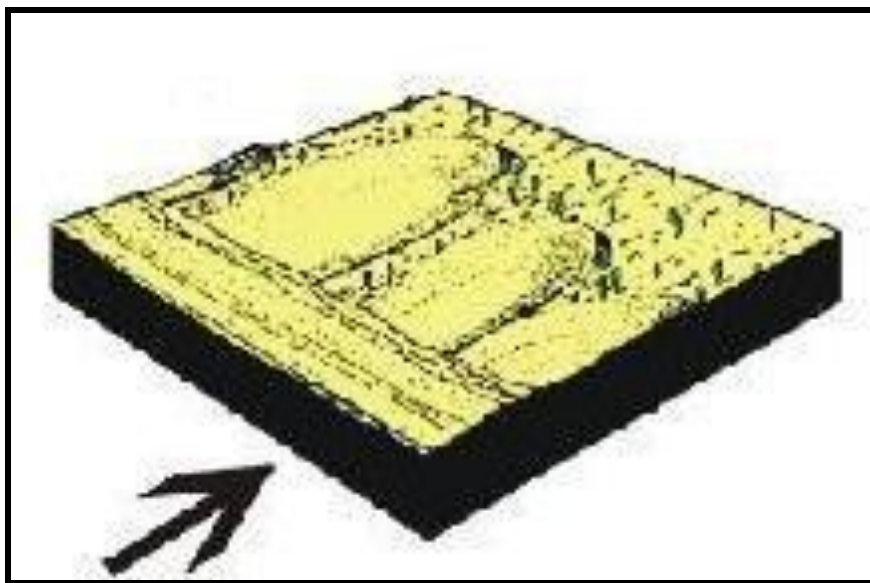


Figura 19. Dunas do tipo parabólicas. Extraído de http://www.limarino.com.ar/AAC/lcntrd/lc_ntrdccn.html.

4.4.4. Processos deflacionários (*blowouts*)

A deflação caracteriza-se por ser um processo de remoção de sedimentos mais finos de uma determinada superfície, formando depressões chamadas “Bacias ou Pavimentos de Deflação”. Diversas regiões da superfície terrestre vêm sofrendo continuamente o processo de deflação, em que os grãos que estão sendo removidos depositam-se em campos de dunas situadas em regiões adjacentes às mesmas.

Constitui uma das feições erosivas mais comuns nos sistemas de dunas formando os corredores de deflação eólica formados a partir de buracos e/ou valas existentes na duna frontal. O vento através destas aberturas aumenta a sua velocidade de

fluxo retirando areia e desta forma provoca a deflação da superfície da duna (Pye & Simon, 2007).

Segundo Hesp (2002), *apud* Araujo (2006), as rupturas de deflação são definidas em tipo prato raso (Figura 20. A) onde iniciam por cima de cristas amplas de dunas e apresentam formas de pratos semicirculares. E tipo cavidade alongada (Figura 20. B), onde iniciam na face inclinada da duna frontal e são geralmente mais alongados, com deflação mais profunda do assoalho da bacia e com a parede lateral mais escarpada.

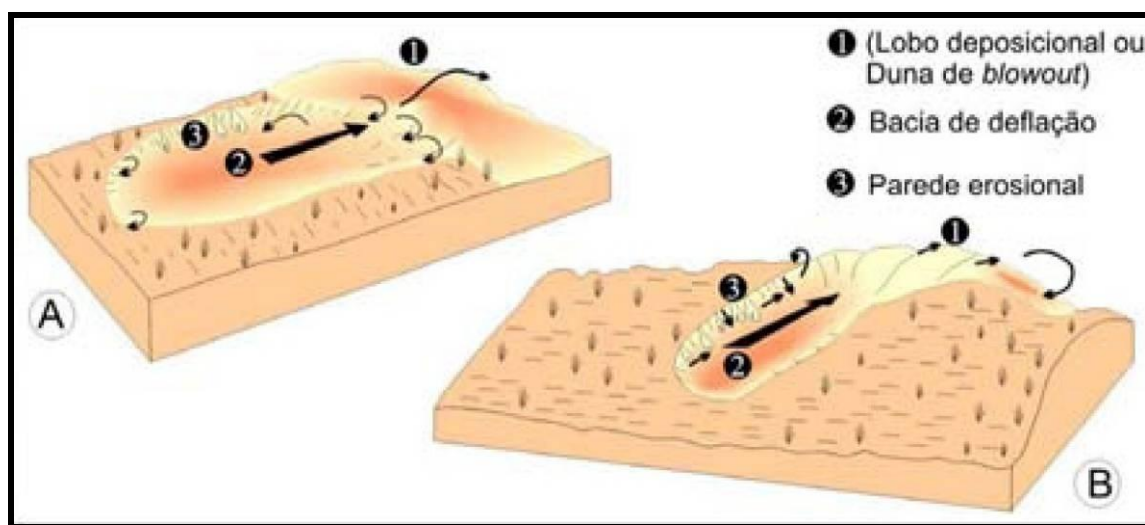


Figura 20. Principais morfologias de Rupturas de deflação (blowouts). (A) Ruptura do tipo pires; B) Ruptura do tipo calha. Extraído de Araújo (2006), modificado de Hesp (2002).

A origem mais comum de uma bacia de deflação do tipo cavidade alongada, se dá após a erosão por ondas de tempestade e a subsequente aceleração do fluxo dos ventos e deflação (CARTER e WILSON, 1990 *apud* PORTZ, 2008). Nas áreas mais interiores da duna, a origem mais frequente é devido a aceleração topográfica do fluxo dos ventos soprados sobre a costa (GOLDSMITH, 1978; CARTER, 1988 *apud* PORTZ, 2008). De modo secundário, as atividades humanas, como acesso de pedestres e carros, ao destruírem a cobertura vegetal, podem também desencadear a erosão (TEXAS GENERAL LAND OFFICE, 2005).

Segundo Fracasso (2005), a origem das dunas parabólicas está diretamente influenciada pela formação de uma ruptura de deflação (*blowouts*), uma vez que a vegetação cria uma brecha, ocorre o alargamento da mesma, promovendo turbulentos redemoinhos. A areia erodida é fixada pela vegetação sobre o lado a favor do vento da ruptura de deflação. A vala da ruptura de deflação aprofunda até quando o limite do

aumento da capilaridade é alcançado e a areia torna-se molhada impossibilitando o transporte éólico. Neste estágio, a deflação torna-se concentrada sobre a margem a favor do vento da feição erosiva (ruptura de deflação) resultando em uma duna parabólica (Figura 21).



Figura 21. Evolução das dunas parabólicas a partir de uma ruptura de deflação (*blowout*). Extraído de Fracasso (2005), modificado de Hesp, (1999).

4.4.5. Fauna e flora (vegetação do sistema de dunas)

As dunas abrigam uma diversidade de animais e plantas que desenvolveram importantes estratégias de adaptação para sobreviverem neste ambiente especial, no qual vive-se os extremos: temperaturas baixas no inverno e altas no verão; locais onde a água é abundante e locais onde esta é rara (projeto dunas costeiras, conservação e manejo, disponível em http://www.nema-rs.org.br/pags/pop_dunas.html).

Sobre a fauna de um ambiente de dunas muito pouco se tem na literatura, ela é apresentada apenas por possuir diferentes espécies de insetos, aves, e alguns vertebrados terrestres de pequeno porte, abrangendo roedores e répteis contendo populações de microorganismos, anfíbios como a perereca de capacete (*Aparasphenodon bokermanni*) e o sapinho de restinga (*Dendrophryniscus leucomystax*) além de répteis como o calango, lagartixa e algumas cobras. Funcionam como área de descanso e alimentação e rota migratória para alguns falcões (peregrino) e águias, maçaricos, entre muitas outras aves. Em áreas alteradas, as aves migratórias desaparecem e surgem as oportunistas (coruja-buraqueira, anu branco, gavião carrapateiro)(Projeto ecossistemas costeiros, disponível em http://www.ib.usp.br/ecosteios/textos_educ/restinga/caract/praias_e_dunas.htm).

As dunas são ambientes descampados e sujeitos às intempéries, os animais típicos dessa região adotam estratégias para se proteger do intenso calor e dos fortes ventos. Vivendo durante boa parte do tempo debaixo da areia.

A flora apresenta características xerófilas que também habitam ambientes semi-áridos (arbustos e cactáceas), sendo estes extremamente adaptada a salinidade, escassez de nutrientes, rápida drenagem da água, alta razão de evaporação e ressacas. São consideradas comunidades edáficas, pois estão associadas muito mais a natureza do substrato do que ao clima.

É caracterizada predominantemente por plantas herbáceas geralmente providas de estolões ou rizomas, com distribuição geralmente esparsa ou formando touceiras, podendo compreender vegetação lenhosa, com subarbustos em densos agrupamentos, fixando e cobrindo totalmente o solo. Corresponde aos agrupamentos vegetais mais próximos do mar, recebendo maior influência da salinidade marinha, através de ondas e respingos levados pelo vento (Resolução CONAMA 261/1999).

A vegetação sob as dunas apresentam comunidades consideradas como edáficas, pois dependem muito mais da natureza do substrato do que do clima para desenvolver-se caracterizando assim um pedobioma.

Uma exata denominação para esse tipo de vegetação é bastante discutida entre geólogos, que as associam como vegetação de restinga considerando que a restinga de fato é o substrato e não a vegetação, enquanto ecólogos e botânicos as conceituam de restinga propriamente dita.

Considerando estes conflitos que envolvem a utilização do termo “Restinga e Vegetação de Restinga”, Souza *et al.* (2008), realizaram uma revisão conceitual sobre a utilização de tais termos e os apresentou da seguinte forma;

- **Restinga:** depósito arenoso subaéreo, produzido por processos de dinâmica costeira atual (fortes correntes de deriva litorânea, podendo interagir com correntes de maré e fluxos fluviais), formando feições alongadas e, paralelas à linha de costa (barras e esporões ou pontais arenosos), ou transversais à linha de costa (tômbolos e alguns tipos de barras de desembocadura). Essas feições são relativamente recentes e instáveis e não fazem parte da planície costeira quaternária propriamente dita, pois ocorrem especialmente fechando desembocaduras, lagunas e reentrâncias costeiras. Podem apresentar retrabalhamentos locais associados a processos eólicos e fluviais. Se houver

estabilização da feição por longo período de tempo, ou acréscimo lateral de outras feições (feixe) formando uma “planície de Restinga”, poderá ocorrer ali o desenvolvimento de vegetação herbácea e arbustiva principalmente, e até arbórea baixa.

- **Vegetação de Planície Costeira, de Baixa a Média Encosta da Serra do Mar, de Praias e de Restingas:** reúne as fitofisionomias que incluem os manguezais e toda a vegetação genericamente denominada de “Vegetação de Restinga”. É o conjunto de comunidades vegetais que ocupam a planície costeira e podem avançar pelas baixas e médias encostas da Serra do Mar (no caso do litoral bordejado por ela), que se apresentam fisionalmente distintas e distribuídas em mosaico. São consideradas comunidades geo-pedológicas, por dependerem essencialmente das características do substrato geológico sedimentar (tipo de sedimento, relevo, drenagem e evolução) e da evolução dos seus solos.

Assim, considera-se então que a vegetação sobre as dunas apresenta características de restinga sendo assim considerada como “Vegetação de Restinga”, constituindo parte de um processo fundamental na dinâmica do ecossistema dunar.

4.4.6. Importância ambiental e econômica das dunas

O valor ecológico das dunas costeiras tem sido por muitas vezes ignorado ou desvalorizado, mas a sua conservação é de fundamental importância para os ambientes costeiros (JARDIM, 2010).

O equilíbrio existente entre praia e dunas mantém o ecossistema em harmonia. Qualquer alteração causada pelo homem implica em uma mudança do ecossistema como um todo em direção a novos estados de equilíbrio cujo funcionamento pode ser indesejado. A conservação de uma forma integral das dunas vegetadas, especialmente das dunas frontais torna-se crucial na conservação desse equilíbrio.

A manutenção dos campos de dunas costeiras preserva o caráter natural das praias no sentido de que eles servem como um anteparo à ocupação humana e, eventualmente, à incursão do mar em eventos de tempestades, bem como servindo de estoque sedimentar para os eventos cíclicos de erosão e recomposição das dunas.

Constituem um laboratório natural de interesse científico, didático e cultural onde abrigam em seu ecossistema espécies de flora e fauna altamente especializadas às condições extremas de seu ambiente, além de uma variedade de processos de formações geológicas cujo estudo proporciona um valioso conhecimento a respeito da diversidade dos processos atuantes neste ecossistema (HESP, 2000 *apud* JARDIM, 2010).

A criação de áreas de preservação ambiental, abarcando os principais campos de dunas e paleodunas ameaçados por atividades antrópicas, apresenta-se como primeiro passo para a manutenção dos sistemas praia-dunas brasileiros. Exemplo de uma iniciativa nesse sentido encontra-se no “Parque das Dunas”, área de preservação de dunas ativas e inativas situadas entre a foz do Rio Potengi e a Praia de Ponta Negra na zona urbana de Natal/RN (SOUSA *et al.* 2005).

O ecossistema dunar apresenta um potencial para a extração mineral, já que concentrações de minerais pesados são encontradas com frequência em meio aos depósitos. Na costa Norte da Paraíba mais especificamente no município de Mataraca ocorre à extração de areias titano-zirconiíferas (ilmenita, rutilo e zircão) pela empresa Millenium Inorganic Chemicals, que produz cerca de 80 mil toneladas de dióxido de titânio, respondendo por cerca de 62% do mercado nacional deste produto, sendo assim considerada dentre as maiores reservas nacionais de titânio, constituindo também um exemplo de lavra bem acompanhada de trabalho de recuperação ambiental (Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, disponível em http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=361).

As dunas constituem uma beleza cênica exuberante no ecossistema costeiro, sendo assim um grande atrativo turístico, entretanto faz-se necessário um plano gestor para a organização de tal atividade.

O ecossistema costeiro por um todo, desempenha um importante papel na economia mundial sendo o destino preferido da grande maioria dos turistas em todo o mundo. Atualmente, viagens de turismo são a maior atividade econômica do planeta, crescendo em média 9% ao ano desde 1985 e gerando mais empregos (207 milhões), riquezas (receita bruta de U\$ 3,5 trilhões em 2001) e investimentos de qualquer outra atividade (Houston, 2002).

No Brasil, essa atividade também vem crescendo significativamente, triplicando em menos de uma década o número de turistas estrangeiros e a receita gerada (EMBRATUR, 2002). Em 1992, por exemplo, visitaram o país cerca de 1,7 milhões de turistas estrangeiros gerando uma receita de U\$ 1,3 bilhão; em 2000 o número de

turistas estrangeiros subiu para 5,3 milhões, e a receita atingiu U\$ 4,2 bilhões (Souza et. al. 2005).

Entretanto toda essa exploração turística requer uma manutenção dos ambientes explorados. Alguns países vêm investindo milhões de dólares na recuperação de suas praias (Houston, 2002).

A Espanha investe anualmente uma média de U\$ 100 milhões; a Alemanha gasta cerca de U\$ 80 milhões por ano; os Estados Unidos a partir da década de 1990 aumentaram de U\$ 35 milhões para U\$ 100 milhões ao ano os investimentos para a conservação de suas praias; e o Japão gastou U\$ 1,5 bilhão somente em 1991 (Houston, 2002).

Em geral no Brasil os investimentos são realizados de maneira pontual com investimentos municipais e particulares. Entretanto a preocupação com a conservação das praias brasileiras crescem a cada ano, tendo sido inserida no contexto do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, PNGC (Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1998), que atende os preceitos da Agenda 21. Sendo assim foram definidas pelo PNGC em escala nacional 133 grandes áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeiras e marinhas, que incluem as praias e as associadas (MMA, 2002).

Assim fica nítida a importância de “exploração” dos ecossistemas costeiros a fins turísticos, entretanto, esta deve acontecer mediante a planos de manejo de acordo com a legislação brasileira.

Exemplo de uma exploração turística em um ambiente de dunas pode ser observado no Parque das Dunas, localizado na cidade de Natal/RN, onde foi criado com o intuito de conservar o ecossistema natural das dunas juntamente com os demais associados ao mesmo com o intuito de assegurar as condições ecológicas locais, proporcionar a população uma área verde onde podem ser feitas atividades interpretativas, trilhas guiadas, promover pesquisas científicas na localidade e repassar as informações adquiridas para a população de uma maneira didática, tornando-se assim um ambiente de lazer, cultura e contemplação paisagística (Parque das Dunas/RN – disponível em <http://www.parquedasdunas.rn.gov.br/index.asp>).

4.4.7. Manejo e recuperação

O manejo e a recuperação de uma área de dunas requer a implementação de um plano de gestão que de fato viabilize uma estratégia de informações para a comunidade e programas de sensibilização pública.

A recuperação de áreas degradadas pode ser definida como um processo de reversão de tais áreas em terras produtivas e auto-sustentáveis, de acordo com uma proposta preestabelecida de uso do solo (BRUM, 2000), podendo chegar ao nível de uma recuperação de processos biológicos, sendo assim chamada “reabilitação”, ou mesmo aproximar-se muito da estrutura ecológica original “restauração”.

Portz (2008) e Jardim (2010), consideram necessário que algumas medidas de fiscalização sejam adotadas nas dunas e praias antes do início da implantação do manejo.

Uma problemática a ser considerada é o descarte do lixo, não só pela população local, mas também pelas populações adjacentes e usuários da praia. Há ainda a necessidade de coibir o trânsito de veículos e pedestres sobre as dunas, amenizando assim o deslocamento dos grãos.

Para áreas de vulnerabilidade baixa à moderada, recomenda-se apenas a restrição da circulação de veículos e pedestres, possibilitando ao sistema recuperar-se naturalmente ao longo do tempo (PORTZ, 2008).

Alguns métodos podem ser utilizados para reparar dunas danificadas, tufas de grama mostram condições propícias para a construção natural de uma duna, pois constituem um obstáculo necessário para a fixação dos grãos, sendo assim, plantação de vegetação nativa e/ou implementação de barreiras estruturais (cercados e galhos) (Figura 22), podem ser usados para acelerar processo de acúmulo de areia (TEXAS GENERAL LAND OFFICE, 2005).



Figura 22. Utilização de cerca para reparar duna danificada. Extraído de Texas General Land Office, (2005).

O princípio básico no manejo de dunas é a manutenção de uma satisfatória cobertura vegetal sobre a duna frontal para evitar a fuga das areias para o interior do continente e a sua desvinculação do sistema praiar (SOIL CONSERVATION SERVICE, 1986).

A implantação de passarelas sobre as dunas constituem também uma medida mitigadora no que diz respeito ao tráfego de pedestres que acarretam em uma exposição do solo.

Na Praia do Cassino localizada no município de Rio Grande no Rio Grande do Sul, foi criada uma “passarela ecológica” sobre o ecossistema dunar (Figura 23), com o intuito de preservar as dunas e propiciar o acesso das pessoas do balneário para a praia. Por ela, de forma lúdica e contemplativa, pode-se observar o ambiente, sua fauna e sua flora. O acesso a pé até a praia e o contato direto com o ambiente transformam a passarela em um interessante atrativo turístico integrado à paisagem. Construída com madeira de florestas renováveis (eucalipto), está estruturada como palafita ou trapiche, permitindo o natural andar da areia e o florescer da vegetação fixadora. Seu material, sua estrutura e sua função são um exemplo de uso amigável e compatível com as dunas. (disponível na internet site - <http://www.riograndeturismo.com.br/site/index.php?caderno=139>).



Figura 23. Passarela ecológica sobre as dunas da Praia do Cassino/RG. Extraído de site - <http://www.riograndeturismo.com.br/site/index.php?caderno=139>.

Uma medida mais extrema em caso de uma devastação do ecossistema dunar sem a possibilidade de reversão do quadro de modo natural ou com o auxílio das técnicas já citadas foi proposta por Cerc (2002) *apud* Souza *et al* (2005), que é a reconstrução de praias e dunas consiste em adicionar areia de granulometria semelhante à da praia original (geralmente por drenagem e aterro) para compensar o volume e a área perdidos por erosão. Esse método, desde que aplicado adequadamente, não afeta o aspecto paisagístico da praia, mantém as funções recreativas e turísticas com o aumento na largura de faixa de areia e não provoca erosão nas praias adjacentes. É o único método que fornece areia a um sistema em déficit sedimentar, enquanto que os outros redistribuem a areia disponível, transferindo a erosão para faixas adjacentes. As desvantagens estão em encontrar material compatível para reconstruir a praia sem causar novos problemas, no elevado custo da execução e manutenção da obra e na dificuldade de prever com precisão o tempo de duração da praia reconstruída (SOUZA *et. al. apud* WEGGEL 1995).

4.4.8. Legislação

Considerando o Código Florestal vigente, apenas a vegetação das dunas é considerada como de preservação permanente, sendo assim as que não apresentam vegetação não possuem uma proteção específica da lei. Isso até 03/11/2003 quando foi publicada no Diário Oficial da União (DOU), a resolução nº 341 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), onde nesta são abordadas as atividades e

empreendimentos turísticos sobre as dunas, de modo que, para haver tais usos devem ser declarados de interesse social e deverão estar previamente definidas e identificadas pelo órgão ambiental competente, com aprovação do Conselho Estadual do Meio Ambiente. Os empreendimentos só deverão ocorrer mediante o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). O CONAMA aponta como motivos para a preservação das dunas a sua importância no controle da erosão costeira, recarga de aquíferos e sua exuberante beleza cênica que gera atrativos para atividades turísticas.

Somado as disposições legais apresentados, há ainda o Projeto de lei nº 1.197 de 05/06/2003 que pondera que todas as dunas são ambientes territoriais protegidos e coíbe nestas áreas quaisquer atividades que venham a comprometer ou ameaçar a ciclagem ambiental. O projeto determina a obrigatoriedade da licença ambiental e de audiências públicas abertas a comunidade para a execução de atividades que venham a causar algum impacto ambiental em uma área de dunas.

O projeto estabelece ainda que para quem descumprir suas determinações a proposta prevê uma pena de detença de um a quatro anos, podendo esta ser aumentada em 50% se o crime for praticado por funcionário público ou em período noturno. Sendo prevista a mesma punição para o agente político ou público que venha a se omitir na adoção de medidas de conservação de dunas e falésias.

Se o descumprimento das normas ocorrer por uma empresa, estão previstas para ela penalidades como multas, suspensão parcial ou total das atividades, interdição temporária do estabelecimento ou da obra e proibição de contrato com o Poder Público, podendo ser ainda condenada à prestação de serviços públicos a sociedade, como arcar com programas ambientais, execução de obras de recuperação em áreas degradadas, manutenção de lugares públicos e contribuição a entidades ambientais ou culturais públicas.

O art. 50 da Lei 9.605 de 13/02/1998 dispõe ainda que o infrator está sujeito a pena de seis meses a um ano de prisão e multa ao dispor como crime o ato de “*destruir ou danificar florestas nativas ou plantadas ou vegetação fixadora de dunas, protetora de mangues, objeto de especial preservação*”.

Assim, pode ser observado que, a destruição das dunas pode causar sérias consequências não só ao meio ambiente mais também há quem colaborou com a sua destruição.

4.5. Geodiversidade

O planeta Terra é a casa de muita gente. Somos mais de 6 bilhões de pessoas, espalhados pelos diferentes continentes, países e cidades. A vida, porém, não se resume somente aos seres humanos, mas a toda a diversidade biológica que povoa o mundo natural. Este planeta, no entanto, não possui a mesma configuração desde o início. A Terra é dinâmica e viva e se constrói através de eventos espetaculares. As paisagens naturais que nos rodeiam, o chão em que pisamos, estão em constante transformação, decorrente de processos e fenômenos formadores de uma grande diversidade de materiais (rochas, minerais, solos) que constituem a base para existência de toda espécie de vida na Terra. A esta diversidade de materiais e processos chamamos de geodiversidade (MOCHIUTI, 2009).

A Geodiversidade é um termo muito recente que começou a ser usado pela comunidade acadêmica na década de 90 para descrever a variedade do meio abiótico, uma das primeiras definições diz que é “a diversidade de características, assembléias, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas da paisagem) e do solo” (SHARPLES, 2002).

Ao longo dos anos os autores vem definindo a geodiversidade de uma forma, mas coerente, Stanley (2000), caracteriza a geodiversidade como a variedade de ambientes, fenômenos e processos ativos, de caráter geológico, geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra.

A geodiversidade apresenta valores bastante significativos para a comunidade de um modo geral, sendo estes valores classificados em intrínsecos (expressa a relação existente entre homem e natureza), cultural (originário de forte interdependência entre o desenvolvimento sociocultural e religioso), estético (belas paisagens), econômico (Turismo), funcional (pode-se atribuir a várias utilidades), científico (análises estruturais, de formação), e educativo (compreendimento didático).

Como a biodiversidade é representada pela variedade de seres vivos (meio biótico) de uma região, a geodiversidade está associada aos tipos de ambientes geológicos (e seus produtos) que constituem uma região, a biodiversidade é condicionada pela geodiversidade (NASCIMENT *et al*, 2008). Apesar de a geodiversidade ser considerada a base para a biodiversidade, o que se observa é que em

muitos anos a biodiversidade vem sendo muito mais contemplada e divulgada em detrimento à geodiversidade.

Sendo assim faz-se necessária o desenvolvimento de pesquisas que visem a conservação desse patrimônio geológico mitigando ao máximo a degradação deste, possibilitando a geração de um plano gestor nessas áreas.

Semelhante a geodiversidade, a geoconservação é uma temática recente a nível mundial. Entretanto esse eixo da conservação vem ganhando notoriedade junto à sociedade considerando que as estratégias conservacionistas sempre privilegiaram a biodiversidade e de certo modo desconsiderando a geodiversidade.

Segundo Silva (2011), a geoconservação é um seguimento recente da conservação da natureza, que visa à proteção dos aspectos do meio físico muitas vezes negligenciados.

Não se pode entender a conservação da natureza de forma integrada considerando apenas os elementos biológicos, sendo que estes estão diretamente e fortemente dependentes do componente abiótico. Esta constitui o suporte físico da diversidade biológica e é de extrema importância que seja encarada como elemento chave nas políticas de ordenamento territorial de qualquer país (MOCHIUTI 2009).

Assim considera-se a geoconservação como “a conservação da geodiversidade a partir de seus significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solo, mantendo a evolução natural desses aspectos e processos, de modo que a geoconservação é a base para a bioconservação, pois a geodiversidade forma a variedade de ambientes que influenciam diretamente na dinâmica da biodiversidade (SHARPLES, 2002).

Locais de relevante interesse geológicos são denominados geossítios. De acordo com Brilha (2005) um geossítio, é uma ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer como resultado da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, educativo, cultural, turístico ou outro. O conjunto dos geossítios de uma dada região constitui o chamado Patrimônio Geológico que, juntamente com o Patrimônio Biológico, dá corpo ao Patrimônio Natural dessa mesma região (MOCHIUTI, 2009).

A geoconservação, entendida como a proteção e valorização do patrimônio geológico, envolve conhecimento científico, divulgação à sociedade, (geo)turismo sustentável, (geo)educação de crianças e jovens, legislação adequada e iniciativas

inteligentes por parte de técnicos e gestores públicos e privados, entidades governamentais e organizações do terceiro setor (BORBA, 2010).

Considerando assim tal importância da geoconservação, a UNESCO promoveu na Europa os primeiros projetos destinados temática, e em seguida difundiu em outros locais do mundo.

No Brasil foi criada a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos – SIGEP, com o intuito de gerenciar um banco de dados nacional de geossítios e disponibilizá-lo a população.

A conservação de geossítios de uma determinada área geralmente ocorre em associação a unidades de conservação ou mais especificamente geoparques, onde segundo Brilha (2005), os geoparques são caracterizados por um território bastante delimitado geograficamente, com uma estratégia de desenvolvimento sustentado baseada na conservação do patrimônio geológico, em associação com os restantes elementos do patrimônio natural e cultural, com vista à melhoria das condições de vida das populações que habitam no seu interior. A filosofia de base na criação de geoparques centrou-se no desenvolvimento de redes que permitam uma troca de experiências e uma promoção conjunta do conceito e de cada um dos membros da rede.

A nível mundial a criação de unidades de conservação, em sua grande maioria, possui associação a elementos da geodiversidade, entretanto o manejo é prioritariamente relacionado à biota. As Figuras 24 a 27 ilustram alguns exemplos de unidades de conservação nas quais os elementos da geodiversidade apresentam expressiva relevância.



Figura 24. Parque Nacional de Setonaikai no Japão. Extraído de <http://www.welcome-to.jp/nationalparks/Setonaikai.html>.



Figura 25. Parque Nacional de Asír na Arábia Saudita. Extraído de http://www.splendidarabia.com/location/asir/asir_national_park/.



Figura 26. Parque Nacional Picos da Europa na Espanha. Extraído de http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/picos/conserv_bio/conservacion.htm.



Figura 27. Parque Estadual da Pedra da Boca – Araruna,- Paraíba –Brasil. Extraído de http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?view=category&catid=4&option=com_joomgallery&Itemid=100034.

Há de se considerar que as medidas de geoconservação se fazem necessárias tanto quanto a conservação dos elementos da biodiversidade, sendo o ambiente físico determinante nas características bióticas.

5. METODOLOGIA

A pesquisa de dados bibliográficos, cartográficos, levantamentos, coletas de campo e suas respectivas análises, produziram um conjunto de informações embasadas na percepção ambiental onde esta é de fundamental importância para a melhor compreensão das inter-relações que ocorrem nos ambientes estudados.

Sendo assim a metodologia foi dividida em: etapas de gabinete, de campo e análises dos dados.

5.1. Etapas de Gabinete

O levantamento bibliográfico foi realizado durante todo o desenvolvimento da pesquisa (Janeiro de 2011 a Abril de 2012), visando obter uma ampla fundamentação teórica sobre as temáticas abordadas, compreendendo principalmente aspectos geológicos, geomorfológicos, ecológicos, antrópicos, estruturais, sedimentológicos e oceanográficos com amplitude desde mundial a local. Foram consultadas, dissertações, teses, livros, páginas eletrônicas, trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais, bem como o material cartográfico disponível referente à área em apreço.

5.2. Etapas de Campo

Nas primeiras etapas de campo foram identificadas as feições sedimentares assim como o sistema eólico, vegetação, amplitude, não só da área de dunas mais da zona costeira da APA como um todo. Foram coletadas também informações sobre aspectos de uso e ocupação dos campos de dunas da área e, em seguida, foram delimitadas cartograficamente as unidades deposicionais eólicas para posterior caracterização.

Com o intuito de verificar uma variação entre os fenômenos e pressões existentes ao longo do perímetro de ocorrência de dunas, foi realizada uma fragmentação da área total em zonas que foram nomeadas de acordo com as comunidades inseridas sobre e no entorno dos campos de dunas. Deste modo a distribuição das zonas foi definida na ordem de norte para sul da seguinte forma:

Zona A - Barra do Mamanguape; Zona B - Lagoa de Praia; Zona C – Praia de Campina e Zona D – Oiteiro. Em cada zona foi definido, de forma aleatória, um transecto onde em cada um deles foram estabelecidos três pontos para a realização de coleta de sedimentos. As coletas foram realizadas na faixa de estirâncio, nas dunas incipientes (quando ocorriam), dunas estabilizadas e pós dunas (nos pontos onde não haviam dunas incipientes).

Nesta etapa houve a necessidade de utilização de aparelhos GPS, câmeras digitais, trena, cavador e sacos plásticos.

5.3. Análises dos dados

Sucedendo as etapas de campo, as informações coletadas foram analisadas, embasadas na fundamentação obtida, sendo então possível identificar os fatores e processos que interagem sobre o campo de dunas, e correlacioná-los.

Em cada ponto foram realizadas duas coletas em profundidades diferentes, sendo a primeira na profundidade de 0 a 20 cm e a segunda na profundidade de 20 a 40 cm. A coleta em profundidades diferentes visou verificar variações no processo de deposição.

As amostras coletadas estavam úmidas, por tanto foram expostas a temperaturas ambientes para secá-las e posteriormente, ser efetuada as análises visuais dos sedimentos. As análises consistiram em caracterizar visualmente os grãos de acordo com tamanho, morfologia, composição e coloração.

6. RESULTADOS

A planície costeira da APA da Barra do Rio Mamanguape apresenta dunas dispostas em cordões paralelos a linha da costa, com morfologias orientadas em sentido Sudeste. Esse sentido é caracterizado pelos ventos predominantes nessa direção que determinam também na mesma direção as correntes marinhas que ali ocorrem. Essas correntes (eólicas e marinhas) são responsáveis pelo transporte de sedimentos que como consequência ocorre no mesmo sentido. A diversidade de ambientes geológicos tais como: falésias, estuários, formações recifais e restingas que se encontram nas proximidades das dunas, constituem uma dinâmica fundamental na sua manutenção (Figura 28).

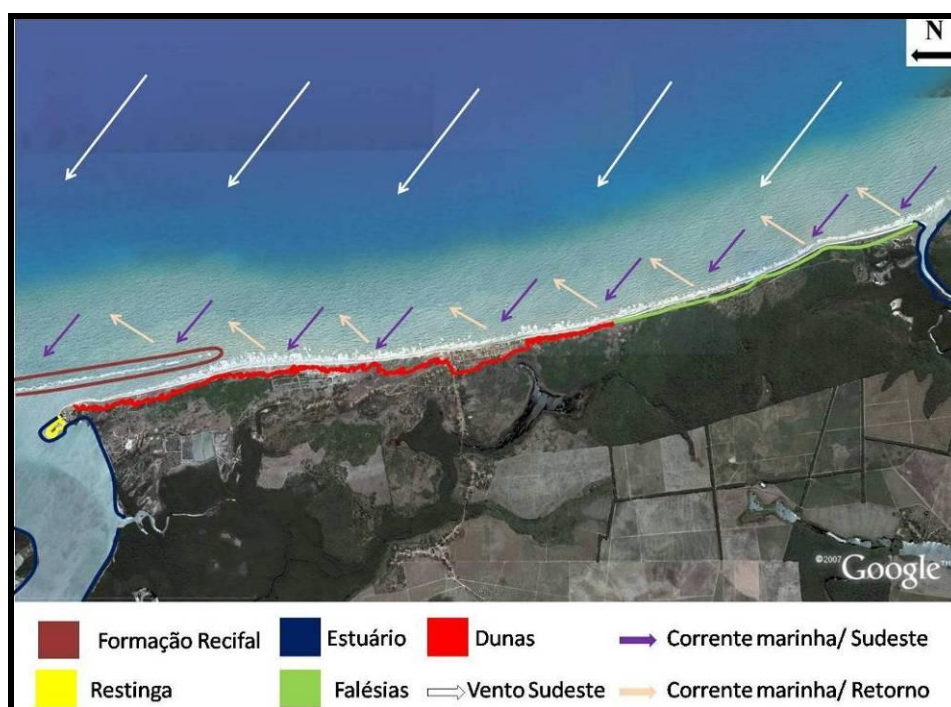


Figura 28. Distribuição dos ambientes geológicos e direção dos ventos e correntes marinhas(Fonte: Google Earth™).

As dunas estão dispostas em cordões paralelos à linha da costa denominados de incipientes e estabilizadas ou paleodunas (consideradas dunas mais antigas). Estes cordões estão sujeitos a processos naturais e antrópicos diversos, sendo estes determinantes em sua dinâmica.

As dunas incipientes apresentam-se em uma proporção (tamanho e distribuição) bem mais sutil em relação às dunas estabilizadas. São dunas recentes, relacionadas com as demais, pois se dispõem em primeiro plano para o mar e os ventos. Possuem no

máximo 3 metros de altura, uma coloração predominante esbranquiçada composta de sedimentos finos e vegetação composta de gramíneas. Na área do presente estudo elas ocorrem apenas ao norte na localidade da Barra do Mamanguape (Figura 29).



Figura 29. Duna incipiente com vegetação característica de gramíneas.

As dunas estabilizadas ou paleodunas, possuem uma coloração amarelo/avermelhadas e acinzentadas, compostas de sedimentos oriundos de transporte eólico (finos), de composição quartzosa, contendo carbonatos de cálcio e alguns outros minerais não identificados. Apresentam uma altura máxima de cerca de 13 metros, sendo fixadas por uma vegetação característica de ambientes semi-áridos e típica de restinga, são extremamente adaptadas as variações de salinidade e é considerada como uma vegetação edáfica, pois depende muito mais do substrato do que do clima para seu desenvolvimento, esse tipo de dunas ocorre ao longo de toda área de estudo.

A dinâmica praial apresenta-se com tendências dissipativas e reflectivas caracterizando ambientes e interações praia-duna com intensidades variáveis, sendo um fator determinante nos processos erosivos e deposicionais da área de estudo, condicionando morfologias e amplitudes variadas.

De acordo com a classificação proposta por Hesp (1988) *apud* Calliari *et al* (2005) a respeito da cobertura vegetal e erosão de dunas estabilizadas e sua consequente morfologia (Ver figura 15, página 38), as dunas referidas neste trabalho se inserem nos estágios 2 e 3. No estágio 2 as dunas apresentam-se estabilizadas não apresentando erosão eólica e morfologias relevantes e no estágio 3 as dunas apresentam morfologia do tipo *hummock* caracterizada por ser fragmentada e irregular, essa morfologia favorece a ocorrência de rupturas de deflação às quais está associada a geração de dunas parabólicas.

O ecossistema dunar local possui diversos indivíduos de fauna e flora que são dependentes deste ambiente para o seu desenvolvimento, sendo estes responsáveis por manter o ambiente em equilíbrio. Aves, répteis, quelônios, anfíbios, mamíferos de pequeno porte (Figura 30. A, B e C) e outros são alguns exemplos da fauna que pode habitar ou possuir associações com as dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape, além de espécies vegetais que colaboram com a ciclagem ambiental local.

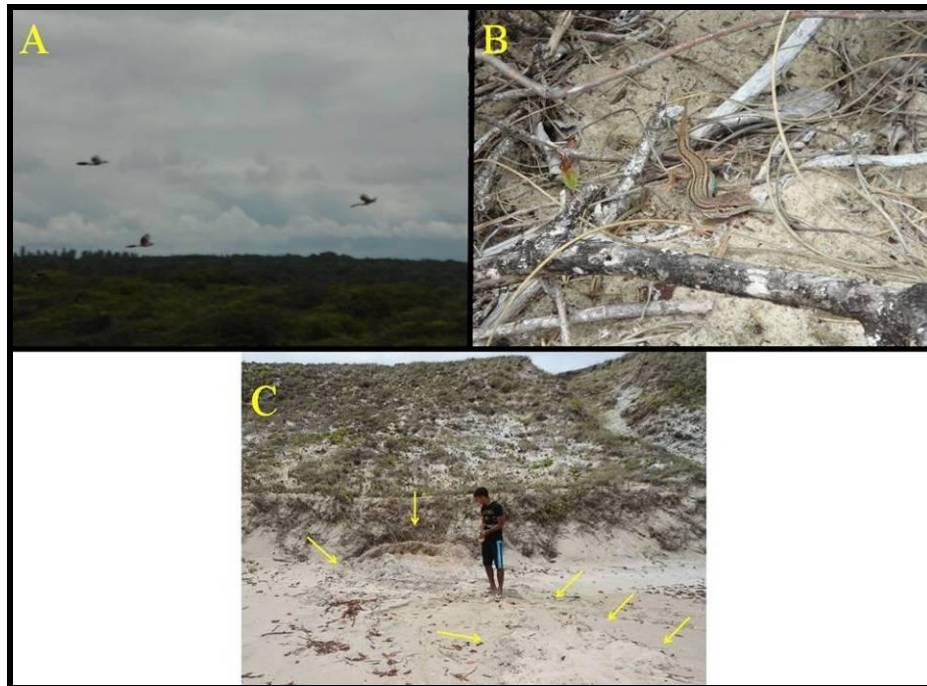


Figura 30. (A) Presença de aves, (B) Presença de répteis, (C) e ninho de tartaruga marinha acompanhado do rastro deixado por ela (setas ajudam a visualização).

Sobre e nos arredores deste ecossistema, ocorrem diversas interações antrópicas, sendo estas associadas a uso e ocupação do ambiente. Seguem listados no quadro 02 tais usos e ocupações acompanhados de suas respectivas problemáticas.

Considerando que ao longo dos 5 km de ocorrência das dunas na APA da Barra do Rio Mamanguape existem diversas interações de cunho natural e antrópico, estando estes associados a fatores isolados em cada localidade. Sendo assim houve a necessidade de fragmentação da área em zonas sendo classificadas como Zona A (Barra do Mamanguape), Zona B (Lagoa de Praia), Zona C (Praia de Campina) e Zona D (Oiteiro) (Figura 31).

Quadro 02. Uso e ocupação das dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape

Tráfego de pedestres	está relacionado com o pisoteio da vegetação rasteira, criação de trilhas, alterações na dinâmica sedimentar e na morfologia
Tráfego de veículos	degradação da vegetação rasteira, atropelamentos de indivíduos da fauna, criação de trilhas, compactação do solo, deslizamentos nas vertentes (barlavento e sotavento), criação de sulcos, alteração da dinâmica sedimentar e morfológica
Trilhas (pedestres e veículos)	danos a vegetação rasteira, criação de sulcos, alterações na dinâmica sedimentar, compactação do solo, alterações morfológicas, aumento do fluxo de pessoas
Criação de bovinos	pisoteio da vegetação, compactação do solo, danos a vegetação por herbívora, alterações na dinâmica sedimentar, alterações morfológicas
Criação de caprinos	pisoteio da vegetação, compactação do solo, danos a vegetação por herbívora, alterações na dinâmica sedimentar, alterações morfológicas
Estruturas fixas dispersas (alvenaria)	sujeita a desabamento, alterações na dinâmica sedimentar, alterações morfológicas, danos a vegetação
Estrutura fixas aglomeradas (loteamento)	colapso do sistema sedimentar local (interação praia-duna), danos a vegetação, danos a fauna, aumento do fluxo de pessoas sobre as dunas
Estruturas semi-fixas (madeira, palha e outros)	aumento do fluxo de pessoas sobre as dunas
Presença de lixo	alterações sedimentares, danos a fauna e flora, proliferação de pragas
Retirada da vegetação para diversos fins	exposição do solo, alterações sedimentares, danos a fauna

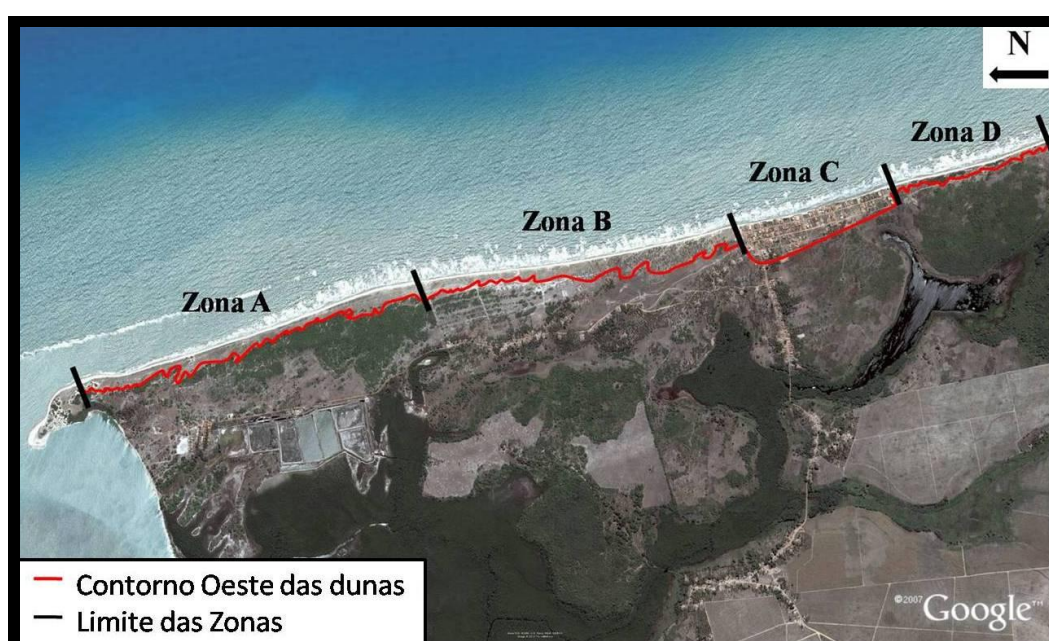


Figura 31. Delimitação das zonas em imagem aérea (Fonte: Google Earth™).

- **Caracterização da Zona A (Barra do Mamanguape)**

Nesta zona as dunas apresentam-se dispostas em dois cordões paralelos à linha da costa, sendo o primeiro cordão denominado de duna incipiente e o segundo de duna estabilizada.

As dunas incipientes atingem uma altura máxima por volta dos 3 metros, apresentam uma coloração predominante esbranquiçada, com indícios de ações marinhas nas marés altas representadas por alguns deslizamentos na face barlavento e marcas de nível de mar no sopé da duna. Possui uma vegetação composta por gramíneas, que não recobrem estas dunas na totalidade, há espaços descobertos nesta formação que deixam a duna sujeita à ação eólica.

Esta formação de dunas incipientes (Figura 32. A) não ocorre nas demais zonas definidas neste trabalho. Este fato pode ser explicado pela emergência de uma formação recifal (Figura 32. B) disposta em linha paralela à costa que ocorre aproximadamente 150 metros da praia. O surgimento dessas dunas incipientes começa quase que defronte ao início da emergência da formação recifal, valendo salientar que esta emerge nas marés baixas e submerge quase que na totalidade nas marés altas. Sendo assim a presença dessa formação torna-se essencial para a atual existência das dunas embrionárias, pois elas atuam como uma barreira natural que protege a costa amenizando a energia marinha e definindo assim a dinâmica reflectiva dessa praia (Figura 33).



Figura32. (A) Término das dunas incipientes, (B) Formação recifal paralela a linha da costa (vista do mar para o continente).



Figura 33. Contorno das dunas estabilizadas da Barra do Mamanguape (em vermelho), duna incipiente (em azul) dinâmica reflectiva caracterizada pela formação recifal e disposição dos pontos de coleta de sedimentos (Fonte: Google Earth™).

As dunas estabilizadas ocorrem dispostas logo após as dunas embrionárias, apresentam a maior amplitude ao longo da área estudada com uma altura que varia entre 8 e 13 metros. Essa maior amplitude pode ser atribuída não só a presença da formação recifal, mas também ao grande aporte de sedimentos disponibilizados pelo Rio Mamanguape e, principalmente, por uma praia bem mais larga do que a atual no momento em que essas dunas se formaram. As dunas estabilizadas apresentam ainda uma coloração característica amarela/avermelhada, com uma vegetação caracterizada pela presença de gramíneas e alguns mosaicos arbustivos. Apresentam-se no estágio vegetacional e erosivo de número três proposto por Hesp (1988) *apud* Calliari *et al* (2005), com morfologia do tipo *hummock* (Figura 34. A), sendo esta responsável por causar rupturas de deflação e consequentes dunas parabólicas (Figura 34. B).



Figura 34. (A) Morfologia do tipo *hummock*. (B) Parábolas constituintes de uma duna parabólica.

O uso e ocupação desta zona são caracterizados pelo tráfego de pedestres e veículos, presença de estrutura semi-fixa (mirante de observação dos peixes-boi), pertencente ao ICMBio e que é muito utilizada por pesquisadores e turistas para contemplar o ambiente local, além de ocorrer na área a criação de caprinos (Figura 35. A e B).

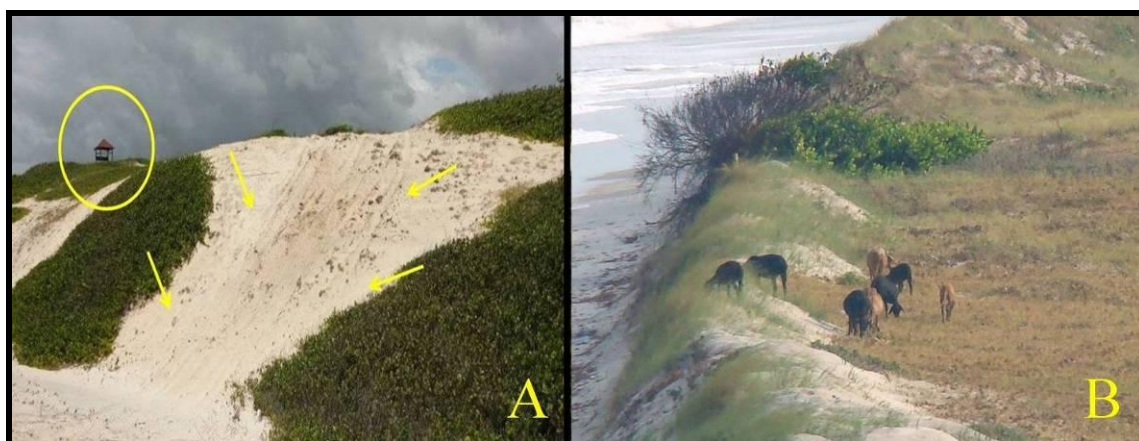


Figura 35. (A) Trilhas causadas pelo tráfego de veículos (representada pelas setas) e mais ao fundo mirante de observação dos peixes-boi (estrutura semi-fixa). (B) Pastoreio de caprinos.

Foram coletados sedimentos do estirâncio, dunas incipientes e dunas estabilizadas (Figura 36) e o resultado da análise visual desses sedimentos apresenta-se nos Quadros 03 a 05.

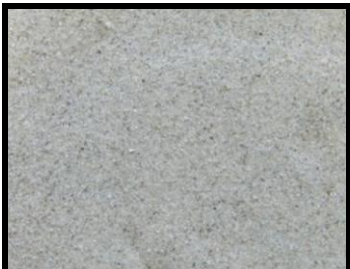


Figura 36. Localização dos pontos de coleta dos sedimentos realizados no estirâncio (azul), dunas incipientes (verde), dunas embrionárias (vermelho) (Fonte: Google Earth™).

Quadro 03. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de estirâncio da zona A.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos mistos (finos e grossos), arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração esbranquiçada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos mistos (finos e grossos), angulosos -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de pequenos seixos quartzosos -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração esbranquiçada

Quadro 04. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa das dunas incipientes da zona A.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração esbranquiçada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração esbranquiçada

Quadro 05. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa das dunas estabilizadas da zona A.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada

- **Caracterização da Zona B (Lagoa de Praia)**

Essa zona apresenta uma dinâmica praial determinante em seu atual processo morfológico. Possui uma intensa energia de ondas marinhas que ao longo deste trabalho apresentou uma dinâmica com tendências dissipativas (Figura 37), determinante nos atuais processos erosivos na face barlavento das dunas dessa área, causando retirada de sedimentos do sopé da duna e consequente deslizamentos de sedimentos (Figura 38). Não há presença de dunas incipientes nessa zona, estando assim às dunas estabilizadas expostas diretamente aos processos marinhos.



Figura 37. Delimitação da área de dunas e visualização da dinâmica dissipativa do mar (Fonte: Google Earth™).



Figura38. Deslizamentos de sedimentos na face barlavento.

A suposição de retirada de sedimentos das dunas causado pelo mar pode ser comprovado pela presença de raízes de coqueiros fixadas na praia, indicando assim que havia ocorrência de dunas mais adiante em direção ao mar e confirmando uma tendência erosiva recente quando comparada ao tempo geológico, já que esses coqueiros foram plantados pelo homem (Figura 39).



Figura 39. Presença de raízes de coqueiros na praia.

Morfologicamente essa zona é caracterizada pela ocorrência de um cordão paralelo a linha de costa e na parte um pouco mais interiorana pela ocorrência de dunas do tipo *hummock*, apresentando características do estágio morfológico 2, proposto por Hesp (1988) *apud* Calliari *et al.*, (2005), com alturas que variam entre 3 e 10 metros na

face barlavento, estando as menores alturas ao Sul. À medida que as dunas caminham em direção Norte vão ganhando maior altura, entretanto na região mais ao Sul desta zona são apresentadas as maiores larguras, sendo assim a região Sul é larga e baixa quando comparada a região Norte que é alta e estreita.

A vegetação predominante é rasteira (gramíneas) com a presença de algumas poucas moitas arbustivas que podem ser encontradas com a orientação da copa na direção Sudeste predominante ao vento, havendo ainda uma abundante presença de coqueiros implantados desde as dunas até o pós-dunas (Figura 40).



Figura 40. (A) orientação das folhagens de acordo com a direção do vento. (B) coqueiros implantados.

Seu uso e ocupação está associado ao tráfego de pedestres e veículos, criação de bovinos, havendo ainda a estrutura de uma residência cuja construção foi embargada pela APA, mas sua estrutura permanece de pé bem próximo a face barlavento (Figura 41).

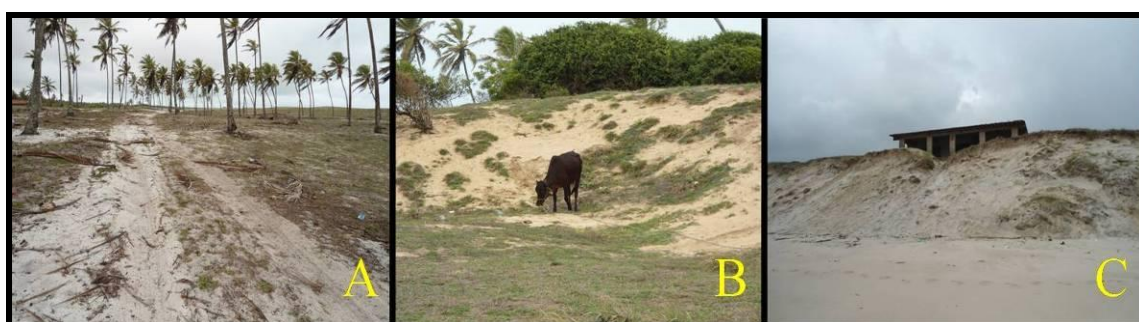


Figura 41. (A) Trilhas geradas por veículos, (B), pastoreio bovino, (C), construção de uma residência.

As análises visuais dos sedimentos desta zona foram realizados com amostras do estirâncio, dunas estabilizadas e pós-dunas (Figura 42), nesta área não há ocorrência de dunas incipientes. Os resultados das observações apresentam-se nos Quadros 06 a 08.



Figura 42. Localização dos pontos de coleta de sedimentos realizados no estirâncio (azul), duna estabilizada (vermelho), pós-duna (amarelo) (Fonte: Google Earth™).

Quadro 06. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de estirâncio da zona B.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos grossos, angulosos -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração branca predominante
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, angulosos -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração branca predominante

Quadro07. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de dunas estabilizadas da zona B.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada

Quadro 08. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de pós-duna da zona B.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Coloração escura (cinza) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, angulosos -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Coloração escura (cinza) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados

- **Caracterização da Zona C (Praia de Campina)**

Na zona C as dunas apresentam-se devastadas pela implantação de um loteamento. As residências estão distribuídas desde a face barlavento a toda extensão das dunas continente a dentro. Tornou-se inviável a caracterização morfológica dessa zona, tendo em vista a existência de residências dispostas em lotes por toda a área de dunas (Figura 43).



Figura 43. Loteamento inserido sobre as dunas, dinâmica praial dissipativa e locais dos pontos de coleta de sedimentos (Fonte: Google Earth™).

A dinâmica praial dessa zona apresentou características dissipativas ao longo do tempo de realização deste trabalho, constituindo uma intensa ação de ondas sobre a costa ocasionando a necessidade de construção de muretas de contenção para proteger as residências da ação contínua das marés altas que atacam a face oriental (Figura 44), tendo em vista que as residências encontram-se bastante ameaçada por estarem hoje bem próximas a encosta barlavento. Há alguns poucos lotes na face barlavento onde não houve a instalação de residências, sendo assim não foram construídas as muretas de contenção. Nesses casos houve a erosão destes lotes, totalizando quase uma perda total do terreno (Figura 45. A e B).



Figura 44. Muretas de contenção destruídas.



Figura 45. A e B representam o mesmo local sendo respectivamente, imagem aérea de erosão em um lote não construído (extraído de Bing Maps), e fotografia de erosão em lote não construído.

Com base no exposto o uso e ocupação dessa área fica caracterizado pela ocupação de residências, onde estas são em sua grande maioria de veraneio.

Quanto às análises de sedimentos, as coletas foram realizadas no estirâncio, de frente a um determinado lote onde não havia residências, na duna estabilizada bem próximo ao barlavento e tendo em vista que não havia como prosseguir com a coleta até uma zona pós duna pois visualmente não era possível sua identificação, a coleta foi realizada seguindo o transecto em uma área limite entre as dunas estabilizadas e uma área de aterro na via de acesso que corta o loteamento (Figura 46).



Figura 46. Localização dos pontos de coleta de sedimentos ocorridos no estirâncio (azul), dunas estabilizadas (vermelho), dunas estabilizadas (limite com a via de acesso) (amarelo) (Fonte: Google Earth™).

As observações visuais dos sedimentos dessa zona seguem nos quadros 09 a 11.

Quadro 09. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Estirâncio da zona C.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos grossos, angulosos -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de seixos formados por arenitos consolidados com presença de material ferruginoso -Presença de seixos quartzosos -Coloração branca predominante
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos grossos, angulosos -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de seixos quartzosos -Coloração branca predominante

Quadro 10. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Dunas estabilizadas da zona C.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada

Quadro 11. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Dunas estabilizadas da zona C.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelo/avermelhada

- **Caracterização da Zona D (Oiteiro)**

Nesta zona não há duna incipiente, estando as dunas estabilizadas dispostas em primeiro plano ao mar que ao longo dessa pesquisa mostrou-se com características dissipativas atuando diretamente na face barlavento da duna durante as marés altas (Figura 47).



Figura 47. Contorno das dunas, visualização da dinamica praial e localização dos pontos de coleta (Fonte: Google Earth™).

As dunas estabilizadas dessa zona possuem uma altura média de 4 metros e uma largura máxima de 20 metros. Foi possível identificar morfologias do tipo *hummock*, como proposto por Hesp (1988), e pequenas dunas parabólicas (Figura 48), associadas a vegetação predominantemente rasteira sobre o ápice das dunas e uma vegetação mais arbustiva disposta em mosaicos ao longo do sotavento.

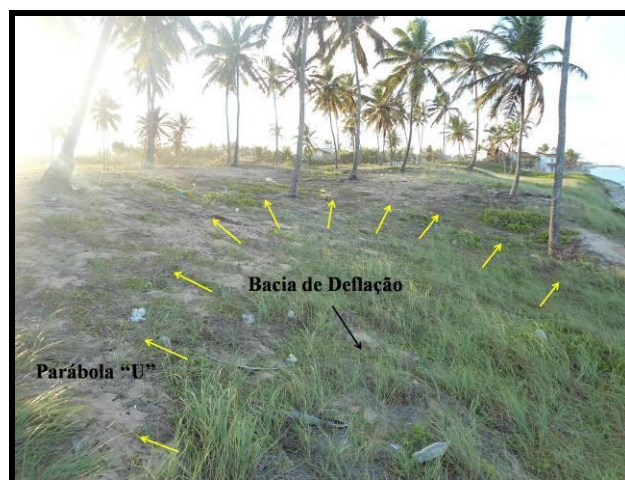


Figura 48. Ocorrência de duna parabólica.

Foi possível verificar no perfil da face barlavento dessa zona a exposição de rochas da Formação Barreiras (Figura 49). A exposição dessas rochas em uma profundidade relativamente “rasa” neste ambiente dunar pode ser atribuído a fatores da dinâmica praial, nesse caso, retirada de sedimentos da praia, associado ao fato de que esta zona se encontra em uma área de transição de ambientes geológicos costeiros podendo assim ser considerada como um ecótono geológico entre dunas e falésias que constituem o limite Sul da ocorrência de dunas na APA da Barra do Rio Mamanguape.



Figura 49. Duna sobreposta rochas da Formação Barreiras.

Durante a realização de alguns campos foi notada nessa zona, a presença de acúmulos de lixo na face praial depositados por ação marinha (Figura 50), porém este nem sempre esteve presente. Não necessariamente por estar depositado nessa zona o lixo pertence à mesma, provavelmente ele é oriundo de localidades ao sul (Lucena, Cabedelo e outras), transportado pelas correntes marinhas orientadas no sentido Sudeste.



Figura 50. Acumulo de lixo na praia.

O uso e ocupação dessa zona, e caracterizado pela presença de pastoreio de bovinos, trilhas de pedestres para acesso a praia, trilhas de veículos sobre as dunas (Figura 51), na área um pouco mais interiorana do continente, pós-dunas há a presença de algumas poucas residências de forma espaçada. Existe nessa zona, mais especificamente no pós duna uma alta especulação imobiliária estando essas associadas a implantação de empreendimentos turísticos.



Figura 51. (A), Trilhas causadas pelo tráfego de veículos, (B), trilha de pedestre na face barlavento causado deslizamentos de sedimentos, (C) presença de pastoreio de bovinos.

As análises visuais dos sedimentos dessa área foram realizadas no estirâncio, no ápice das dunas estabilizadas e na zona pós-duna (Figura 52). Os resultados seguem nos Quadros 12 a 14.



Figura52. Localização dos pontos de coleta de sedimentos respectivamente no estirâncio (azul), duna estabilizada (vermelho) e pós duna (amarelo) (Fonte:Google Earth™).

Quadro 12. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Estirâncio da zona D.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelada/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Coloração amarelada/avermelhada

Quadro 13. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa de Duas estabilizadas da zona D.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Coloração amarelo/avermelhada
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Coloração amarelo/avermelhada

Quadro 14. Análises visuais dos sedimentos coletados na faixa do Pós-duna da zona D.

Profundidade de 0 a 20 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Coloração escura (cinza)
Profundidade de 20 a 40 cm	
	-Grãos finos, arredondados -Predominância quartzosa -Presença de Carbonato de Cálcio (conchas) -Presença de grãos escuros que podem ser matéria orgânica ou minerais pesados -Presença de matéria orgânica dispostas em folhas e raízes -Coloração escura (cinza)

- **Comparação entre as zonas delimitadas**

A ocorrência das dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape foi possivelmente viabilizada pelo aporte sedimentar provindo das bacias do Rio Paraíba e Miriri que atualmente deságuam respectivamente a cerca de 16 e 4 km do seu limite Sul, e do Rio Mamanguape que se localiza no limite Norte das dunas. O transporte desses sedimentos desde a foz dos rios até a formação das dunas ocorreu por fatores marinhos e eólicos que juntos constituem a dinâmica costeira. A atual predominância de sentido dos ventos e das correntes marinhas na costa da APA da Barra do Rio Mamanguape na direção Sudeste, devido à orientação das dunas também serem, implica deduzir que durante o seu processo de formação essa também era a direção vigente dos ventos. Há de se considerar também o fato de que durante o período Quaternário ocorreram vários processos transgressivos e regressivos do nível do mar sendo que nos regressivos havia uma maior disponibilidade de sedimentos expostos na praia, estando estes sujeitos ao transporte eólico.

A zona A mostrou-se naturalmente diferenciada das demais, pois constitui uma praia “protegida” e esse fator possibilitou a ocorrência de dunas incipientes e uma maior amplitude das dunas nessa área. Um outro fator que deve ser considerado quanto a amplitude é a presença do Rio Mamanguape nessa zona, considerando assim o grande aporte sedimentar por ele transportado, entretanto ele localiza-se ao Norte das dunas e o transporte de sedimentos é predominante na direção Sudeste devido as correntes eólicas e marinhas orientadas nesse sentido, então como ele seria um dos responsáveis pela disponibilidade de sedimentos para a formação das dunas? Isso pode ser explicado pela hipótese de que possuindo esta zona uma dinâmica com pouca energia marinha (reflectiva) devido a proteção que a formação recifal fornece, os sedimentos transportados pelo rio são depositados em seu estuário no ponto em que a corrente fluvial já não possui energia suficiente para o transporte, este ponto é constituído basicamente na linha da costa na borda Sul do rio onde há um choque entre as correntes fluviais e marinhas em um sentido quase que perpendicular (sendo a fluvial na direção leste e a marinha na direção Sudeste), e juntas adotam uma nova direção ao norte, sendo depositados os sedimentos nessa zona de choque entre as correntes, o acúmulo desses sedimentos junto a costa fez com que haja o desenvolvimento da restinga, que tende a crescer no sentido predominante das marés após o choque (Norte), empurrando assim o estuário ao norte e deixando pra traz uma grande disponibilidade de sedimentos onde acabam por serem inseridos na dinâmica praial e constituindo o corpo dunar.

Nas demais zonas (B, C e D) as pressões naturais foram idênticas, caracterizadas por uma dinâmica dissipativa, não havendo duna incipiente. As dunas estabilizadas estão em constantes processos erosivos causados pelas marés altas quando as ondas chegam a sua face barlavento. A presença de raízes de coqueiros fixadas na praia da zona B indicam uma certa constância nesses processos erosivos, considerando que esses coqueiros foram implantados pelo homem, então eles tratam de no máximo algumas décadas atrás. Mais indícios de tendências erosivas podem ser verificados também pela necessidade de construção de muretas de proteção na zona C, para atenuar os efeitos de erosão marinha nas casas ali existentes, onde não há muretas nessa zona notam-se erosões acentuadas formando “baías”. Na zona D, há exposição de rochas da Formação Barreiras abaixo das dunas onde também ocorrem processos erosivos. Sendo assim, as zonas B, C e D apresentam indícios de processos transgressivos. Vale considerar que o fato de que a Zona A não apresentou esses indícios, não significa que esse processo é

restrito só as demais zonas. Fazem-se necessários estudos de décadas anteriores até os dias atuais para poder confirmar a tendência.

Todas as zonas, à exceção da C (devido à descaracterização provocada pela instalação do loteamento) apresentam uma morfologia padrão, com cordões paralelos a linha da costa, dunas do tipo *hummock* e algumas parabólicas derivadas de processos deflacionários e enquadram-se ainda dentro dos estágios 2 a 3 propostos por Hesp (1988).

O uso e ocupação das zonas apresentaram características semelhantes umas com as outras com predominância de criações de animais de pastoreio, trilhas de pedestres e de veículos, retirada de vegetação para fins variados. Entretanto a zona C, localizada em Praia de Campina, mostrou-se a mais devastada, pois sobre ela foi inserido um loteamento que descaracterizou completamente as dunas desse local alterando sua morfologia composição e interações ecológicas que ali existiam.

Há a necessidade de buscar um equilíbrio entre o uso e ocupação dessa área de dunas, sendo um plano gestor extremamente necessário para viabilizar a implantação de um manejo adequado visando não só conservar o ecossistema dunar, mas também proporcionar a comunidade informações sobre como interagir com esse ambiente. A comunidade, principalmente ela, deve estar a par das problemáticas ambientais (que podem vir a se tornar sociais), que situam-se sobre e nos arredores de sua localização pois ela é a principal afetada.

Análises sazonais voltadas a avaliação de erosão e deposição de sedimentos (considerando a hipótese de transgressão marinha) podem identificar tendências, e a partir delas pode ser abordada a viabilidade de técnicas de recuperação das dunas e, de forma mais ampla, de toda a área de praia da área de estudo. Entretanto, algumas medidas de manejo podem ser adotadas de imediato visando minimizar a ação antrópica, como por exemplo, o estabelecimento de trilhas sobre passarelas possibilitando ao usuário uma maior contemplação do ambiente e evitando o contato direto do mesmo com as dunas.

As dunas da APA juntamente com os demais ambientes litorâneos apresentam uma beleza cênica exuberante, que se manejados de forma adequada viabilizam atividades de geoturismo beneficiando a população de modo a gerar uma nova fonte de renda com a inserção de guias de turismo da comunidade. Para tanto, haveria a necessidade de realizar a capacitação dessas pessoas onde seriam passadas a elas

informações “científicas” que seriam agregadas ao conhecimento empírico, gerando assim um leque de informações da área a serem repassadas aos geoturistas.

Quanto aos sedimentos, as variações texturais e a sua distribuição espacial estão relacionadas com os tipos de transporte (eólico ou marinho), e influência de diferentes fontes. Os estirâncios tendem a apresentarem sedimentos mais grossos do que as demais áreas analisadas, isso se explica pelo fato de que o solo praial é formado pelo transporte marinho constituindo grãos variados (finos e grossos), sendo os finos quando secos e expostos inseridos em transporte eólico até encontrarem um obstáculo ou até onde houver energia eólica cabível para transporte. Entretanto, na zona D houve uma predominância de sedimentos finos neste ponto em ambas as profundidades (de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm), isso pode ser explicado pela ocorrência da erosão nas dunas causando assim deposição desses sedimentos na praia. Já na zona C na profundidade de 20 a 40 cm também foi apresentado uma sedimentação fina, neste caso considera-se a mesma hipótese de erosão das dunas proposta para a zona D, porém havendo uma sobreposição de sedimentos provindos de transporte marinho caracterizado pelos grãos mais grossos apresentados na profundidade de 0 a 20 cm.

A duna incipiente apresentada no ponto A possui grãos bastante finos característicos de transporte eólico.

As dunas estabilizadas mantêm um padrão em todas as zonas apresentando grãos finos com uma coloração amarelo/avermelhada que pode ser explicada pela hipótese de constituintes não só de sedimentos provindos do continente pelo transporte fluvial dos rios próximos, mas também por sedimentos provindos de falésias localizadas ao Sul transportados por processos marinhos e posteriormente eólicos orientados sentido Sudeste. A presença de matéria orgânica originadas de folhagens e raízes ocorreu em todas as zonas, não havendo também variação significativa entre as profundidades.

No pós-duna ou áreas limites com vias de acesso a veículos, também houve um padrão nas zonas onde foi analisando, característico a predominância de sedimentos finos e de tonalidade escura, no entanto na zona B houve variação entre as profundidades, entre 0 e 20 cm os grãos apresentaram uma textura mais fina quando comparados aos grãos da profundidade de 20 a 40 cm, isso indica uma possível movimentação das dunas em direção ao continente.

Para melhores afirmações no contexto geológico das dunas são necessários utilizar técnicas de exploração geofísicas que permitem gerar imagens de acordo com sua estratigrafia. Métodos de termoluminescência se fazem necessárias no sentido de

definir a composição e datação específica das dunas. Análises granulométricas podem estabelecer padrões e tendências de distribuição sedimentar de uma dada área de acordo com o tipo de transporte.

7. DISCUSSÕES

O ambiente costeiro é caracterizado pela sua exuberância natural que favorece as práticas de lazer, no contexto atual de ocupação do litoral, vem sendo ponto de convergência de inúmeros investimentos que visam, sobretudo, fortalecer o mercado turístico, principalmente nas praias do Nordeste, para onde o fluxo turístico é ainda maior. Como consequência, de um modo geral, os recursos naturais pertencentes a essas áreas vêm sendo utilizados de forma irracional. Sendo assim, fica evidente a descaracterização da paisagem litorânea e a consequente perda da qualidade de vida das comunidades que habitam esse ambiente em favor de uma política de desenvolvimento econômico.

Inserida no conceito proposto por Lima *et al.* (2001), a zona costeira da APA da Barra do Rio Mamanguape compreende uma enorme riqueza biológica associada a uma complexidade de unidades geoambientais representada por praias de diferentes características, recifes areníticos, estuários, mangues, lagunas, dunas e esporões arenosos (restinga), sendo esta unidade modelados pela ação conjunta de ondas, correntes costeiras e ventos, relacionados com variações do nível do mar ocorridas no Quaternário.

As dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape, caracterizam-se como o resultado da interação entre processos marinhos e eólicos, vegetação, pressão humana e a geomorfologia do sistema. Sendo assim, de acordo com Fracasso (2005), a sua morfologia obedece a uma série de fatores incluindo o formato da linha de costa, correntes e ondulações dos oceanos, vento predominante, frequência das ressacas e tamanho das partículas de areia.

Considerando variações de amplitude, coloração e textura encontradas na área deste estudo e fundamentando-se em Nogueira (1981a, 1981b, 1982), *apud* Silva (2002), as dunas incipientes e dunas estabilizadas constituem duas gerações distintas de dunas, com idade compreendida no Holoceno e no Pleistoceno respectivamente, sendo necessárias para tais confirmações análises de termoluminescência assim como proposto por Silva (2002).

As dunas seguiram o modelo evolutivo de médio a longo prazo assim como proposto por Hesp, (1988) *apud* Calliari et al, (2005), que estabeleceu cinco estágios de acordo com a situação vegetacional e erosiva. Os estágios 2 e 3 apresentaram-se predominantes na área de estudo, entretanto na zona A fez-se mais abundante o estágio

3. Em ambos os estágios houve ocorrência de dunas do tipo *hummock* associadas a elas rupturas de deflação e consequentes dunas parabólicas.

As análises visuais dos sedimentos mostraram-se eficazes de modo que possibilitou verificar um certo padrão entre as zonas de acordo com o ponto em comum onde foi realizada a coleta sobre elas, principalmente sobre as dunas estabilizadas onde foi verificada essa semelhança na textura dos grãos, podendo assim considerar que o seu processo de formação ocorreu de forma semelhante quanto à energia e disponibilidade eólica.

O uso e ocupação mostraram-se semelhantes nas zonas A, B e D considerando que as comunidades presentes em seus arredores são constituídas de pescadores e pequenos agricultores que ali vivem, entretanto um turismo desordenado pode ser percebido nessas áreas principalmente relacionadas a presença de veículos sobre as dunas. A zona C é a mais devastada por questões antrópicas, apresentando-se como uma localidade onde os fluxos turísticos associados ao fenômeno das residências de veraneio e especulação imobiliária, assumem proporção significativa quando se discute o processo de uso e ocupação do solo nessa área, interligando-se às problemáticas de caráter sócioambiental.

Deste modo, percebe-se que a legislação ambiental em vigor não é respeitada na área de estudo, pois segundo a resolução do CONAMA n. 303, de 20 de março de 2002 não é permitida a construção de casas ou qualquer outro empreendimento em ambientes considerados de preservação permanente, como é o caso das dunas, o que acaba trazendo impactos ao meio ambiente, como a retirada da vegetação nativa, a impermeabilização do solo, a poluição do lençol freático, entre outros.

Considerando a atual situação em que se encontra a área de estudo, devido aos problemas associados à especulação imobiliária e as formas desordenadas de uso e ocupação do solo, ocorre o risco eminente de intensificação de degradação desse ambiente. Essa degradação afeta não só as pessoas que ali sobrevivem, mas acarretam em problemáticas sérias as comunidades da fauna e flora deste ambiente.

A área de estudo aborda todos os valores intrínsecos, culturais, estéticos, econômicos, funcionais e educativos, propostos por Gray (2004), portanto, apresenta-se como um importante elemento da geodiversidade local, onde suas associações com os demais elementos constituem um patrimônio geológico responsável por manter uma dinâmica ecológica do local.

Considerando que a geodiversidade descreve uma variedade natural de ambientes, fenômenos e processos ativos de caráter geológico, geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos, e outros segundo Stanley (2000). Com base nesta definição, pode-se considerar a Geodiversidade como uma autobiografia do planeta Terra, pois através dela (a geodiversidade) são obtidas as informações sobre a evolução do planeta, informações estas que foram “escritas” por ela mesma, a Terra.

O geoturismo em associação ao ecoturismo surge como uma ferramenta que visa à exploração sustentável do ambiente tendo em vista que as comunidades ali existentes seriam as grandes beneficiadas com a injeção de renda local e como consequência sua conservação seria fundamental para o desenvolvimento dessas. Para tanto, faz-se de extrema importância a criação de um plano gestor que dentre as demais ações vise essa temática.

8. CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas pode-se verificar que a metodologia adotada abordou o objetivo proposto por este trabalho de modo que os resultados obtidos possibilitaram a compreensão dos processos naturais e antrópicos existentes na área de estudo.

Fica evidenciada a necessidade de valorização da geodiversidade não só da área de dunas mas também de todo meio físico local, considerando que escassos são os trabalhos voltados a essa temática no local. Os elementos físicos de um ambiente devem ser estudados como um todo e dinâmico. Só assim é possível entender sua estrutura e avaliar os resultados da ação humana sobre ele.

As dunas da APA da Barra do Rio Mamanguape ao longo de toda sua extensão mostraram-se com atuais tendências a processos erosivos, e se confirmada a hipótese de transgressão marinha em nível global, pouco pode ser feito para amenizar esse processo.

A maior devastação sobre as dunas foi causada pela implantação de um loteamento sobre elas desencadeando assim uma série de problemáticas ambientais.

Algumas ações poderiam ser adotadas para minimizar os impactos ambientais que as dunas vem sofrendo alguns exemplos poderiam ser a elaboração e execução de programas de educação ambiental que colaborariam para uma lenta, mas possível acresção de informações sabedoria da população local. Um trabalho de resgate das percepções aliado a educação ambiental, a elaboração de projetos cuja sua execução pudesse ser viabilizada pela própria comunidade com o auxílio acadêmico.

Portanto, avalia-se que esse trabalho pode ser uma contribuição não só para o ambiente específico em questão, mas para uma gama de outros ambientes que tendem à exploração desordenada, constituindo também um subsídio para que realmente se estabeleça um plano de gestão local, onde a participação comunitária nas ações seja considerada como elemento fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. 1967. **Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil**. Orientação (Departamento de Geografia/USP), 3: 45-48.

ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e formas de percepção ambiental dos catadores de Caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape. **Interciência** 28 (1), 2003.

AMBIENTE EÓLICO (Site da web). Disponível em: <http://www.limarino.com.ar/AAC/lcntrd/lc_ntrdccn.html>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2011.

ARAÚJO, V. D. **Caracterização Geológica Tridimensional E Monitoramento De Dunas No Litoral Oriental Do Rio Grande Do Norte**. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Dissertação de Mestrado, 95 p. 2006.

BORBA, A. L. S. **Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das Praias da Piedade, Candeias e Barra das Jangadas, Município do Jaboatão dos Guararapes, PE**. Recife, 1999. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

BRASIL. **Resolução CONAMA N°. 261**, de 30 de junho de 1999. Brasília.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editora, 190p. 2005.

BRUM, I. A. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração** (monografia). Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica USP. São Paulo, 2000.

CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G. & TOLDO JR., E. E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 50: 63-78. 2003.

CARVALHO, M. G. R. F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. Editora da UFPB. 1982.

CARTER, R. W. G. Coastal enviroment : an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coast line. **Academic Press**, London. 1988.

CORREIA, M. L. A. **Análise das normas de proteção ambiental nos campos de dunas na Praia do Futuro Fortaleza/CE**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, do Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, sub- área de concentração em Ecologia e Organização do Espaço, da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2004.

COUTINHO, P. N.; LIMA, A. T. O; QUEIROZ, C. M.; FREIRE, G. S. S.; ALMEIDA, L. E. S. B.; MAIA, L. P.; MANSO, V. A. V.; BORBA, A. L. S.; MARTINS, M. H. A.; & DUARTE, R. X. **Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias**

e no estuário de Barra de Jangadas. Município de Jaboatão dos Guararapes-PE. Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha-LGGM/UFPE. Relatório Técnico. 1997.

DEPARTAMENTO DE CONSERVAÇÃO *TE PAPA ATAWBAI* (Nova Zelândia). (*Site da web*). Disponível em: <<http://www.doc.govt.nz/publications/conservation/native-plants/pikao-or-pingao-the-golden-sand-sedge/sand-dune-ecology/>>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2012.

DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L. Controles ambientais no desenvolvimento de dunas costeiras da região Nordeste do Brasil. Disponível em: <<http://www.cpgg.ufba.br/lec/dunas.htm>>. Acesso em 17 de Dezembro de 2011.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E.; MENESES L. F. Geomorfologia e Tectônica dos Tabuleiros Litorâneos no Norte do Estado da Paraíba. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia / Regional Conference on Geomorphology**, 2006.

FRACASSO, P. Sistemas de dunas do Parque das Dunas e Barreira do Inferno, Natal, RN: levantamento geológico/geofísico, elaboração do modelo determinístico e avaliação da vulnerabilidade/suscetibilidade frente às pressões antrópicas. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-Brasil. 2005.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Relatório da qualidade do meio ambiente**. João Pessoa: Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente, v. 1, 203 p. 1985.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons Ltd. Londres, 434p. 2004.

GUERRA, A. J. T. & GUERRA, A. T. Novo **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil., 648p. 1997.

HESP, P. A. *Foredunes and blowunts: initiation, geomorphology and dynamics*. **Geomorphology** 48:245-268. 2002.

HOUSTON, J.R. *The economic value of beaches*. U.S. Army Engineer Research and Development Center. 2002. (*Site da web*). Disponível em: <<http://www.wcu.edu/WebFiles/PDFs/Economic Value of Beaches 2002.pdf>>. Acesso em 02 de Fevereiro de 2012.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: 1990.

JARDIM, J. P. M. **Aplicação do checklist de vulnerabilidade para a classificação das dunas frontais do município de Capão da Canoa, Litoral Norte do rio Grande do Sul**. Porto Alegre. UFRGS. Trabalho de Graduação de Geografia, Instituto Geociências. 2010.

KUNST, A. V. **A dinâmica urbana e os impactos ambientais no município de Arroio do Sal – RS.** – 2011. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/32724>>. Acesso em 15 de Janeiro de 2011.

LIMA, Z.M.C., ALVES, A.L., AMARO, V.E., VITAL, H., 2001. Coastline Evolution of The Galinhos Spit (Ne Brazil) Using Air Photography And Landsat TM Images. **Revista Pesquisas em Geociências.** (Ed.) UFRS-RS. 28, 497-507.

MANSO, V. A. V. **Geologia da planície costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré – Litoral Sul de Pernambuco.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado. 1997.

MMA - Ministério do Meio Ambiente/SBF - Secretaria de Biodiversidade e Florestas/GBA - Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil.** – Brasília: 2010.

MMA - Ministério Do Meio Ambiente. **Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha.** 2002. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5/guias/sismica/biblio/MMA2002.PDF>>. Acesso em 01 de fevereiro de 2012.

MOCCHIUTTI, N.F. **Os valores da geodiversidade da região de Piraí da Serra, Campos Gerais do Paraná.** Monografia. UEPG. 2009.

MOURA, J. R. S. In: Guerra, A.J.T. e Cunha, S. B. (org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

NASCIMENTO, M.A.L; RUCHKYS, U.A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico.** São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. 2008.

NEMA – Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental. Projeto dunas costeiras. (Site da web). Disponível em: < <http://www.octopus.furg.br/nema/dunas/dunas.htm> >. Acesso em 17 de Dezembro de 2011

NEMA – Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental. Projeto Dunas Costeiras. Conservação e Manejo. (Site da web). Disponível em: <http://www.nema-rs.org.br/pags/pop_dunas.html>. Acesso em 17 de Dezembro de 2011.

NOGUEIRA, A. M. B. **O cenozóico continental da região de Natal.** Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1981a.

OLIVEIRA, J. C. C. **Zoneamento ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape e de seu entorno, Estado da Paraíba, Brasil**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.

PALUDO, D.; & KLONOWSKI, V. S. **Barra de Mamanguape – PB: Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros**; São Paulo-SP: Instituto Florestal p 24-27; 36-39, 1999.

PORTZ, L. C. **Contribuição para o estudo do manejo de dunas: caso das praias de Osório e Xangri-Lá, litoral norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS – BR, 2008.

PROJETO ECOSSISTEMAS COSTEIROS. (*Site da web*). Disponível em: <http://www.ib.usp.br/ecosteios/textos_educ/restinga/caract/praias_e_dunas.htm>. Acesso em 10 de Janeiro de 2012.

PYE, K.; SIMON, S.S; Sand dune processes and management for flood and coastal defence. Part 4: Techniques for sand dune. Joint Defra/EA Flood and Coastal Erosion Risk Management R&D Programme. 89 p. 2007. Disponível em <http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/Libraries/FCERM_Project_Documents/FD1302_5398_TRP_pdf.sflb.ashx>. Acesso em 09 de fevereiro de 2012.

RODRIGUES, G. S., RODRIGUES, I. A., BUSHINELLI, C., QUEIROZ, J. F., FRIGHETTO, R. T. S., ANTUNES, L. R., NEVES, M. C. M, FREITAS, G. L. DE & RODOVALHO, R. B. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 50. Embrapa Meio Ambiente**. Jaguariúna, SP. 2008.

SCHERER, C.M.S. **Sedimentologia e Estratigrafia de Sistemas Fluviais e Eólicos**. Instituto de Geociências/UFRGS. 2004.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002. Disponível em: <[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)>. Acesso em 11 de Outubro de 2011.

SILVA, E. G. da. **Conservação ambiental do patrimônio geológico do município de Gurjão, PB**. Monografia. Universidade Federal da Paraíba. Rio Tinto, PB. 2011.

SILVA, E. A. de J. **As dunas eólicas de Natal/RN: datação e evolução**. Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação, 33 / PPGG. Natal- RN. 2002.

SILVA, G. R. **Características de vento da região Nordeste: análise, modelagem e aplicações para projetos de centrais eólicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Mecânica) – CTG, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco. 2003.

SOUZA, C.R.G.; HIRUMA, S.T.; SALLUN, A.E.M.; RIBEIRO, R.R.; SOBRINHO, J.M.A.; Restinga”: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental – São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 104 p. Disponível em : <<https://sites.google.com/site/ligeausp/e-books-gratuitos/livros-para-download-gratuito>>. Acessado em 23 de Janeiro de 2012.

SOUZA, C. R. G. et al. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 378p.

SOUZA, C.R.G. Mapeamento de compartimentos fisiográficos de planícies costeiras e baixa encosta e da vegetação associada no Litoral Norte de São Paulo. In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2006. Goiânia. Anais. Goiânia, 2006. CD-ROM.

STANLEY, M. **Geodiversity**. Earth Heritage, 14: 15-18. 2000.

TABOSA, W. F. **Monitoramento Costeiro das Praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte – RN: Implicações para o Pólo Petrolífero de Guamaré**. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Dissertação de Mestrado, 112 p. 2002.

TEMPO AGORA (Site da web). Disponível em: <<http://www.tempoagora.com.br/previsaodotempo.html/brasil/climatologia/RioTinto-PB/>>. Acesso em 17 de Março de 2012.

TEXAS GENERAL LAND OFFICE. **Dune Protection and Improvement Manual for the Texas Gulf Coast**. Fifth Edition. Texas General Land Office. 2005. Disponível em: <http://www.glo.texas.gov/what-we-do/caring-for-the-coast/_publications/DuneManual.pdf>. Acesso em 14 de Fevereiro de 2012.

TEXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.; THOMAS, R.F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos. Ed. Nacional. 2 ed. 2000. p.568.

ZONA COSTEIRA (Site da web). Disponível em: <<http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/praias.html>>. Acesso em 20 de Dezembro de 2011.