



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental

Geísa Silveira do Nascimento



**FORTALEZA
JULHO/2007**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GEÍSA SILVEIRA DO NASCIMENTO

**AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ/CE:
EVOLUÇÃO, DINÂMICA E GESTÃO AMBIENTAL**

– FORTALEZA/CEARÁ –
JULHO/2007

GEÍSA SILVEIRA DO NASCIMENTO

AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ/CE:
EVOLUÇÃO, DINÂMICA E GESTÃO AMBIENTAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Ceará obrigatório para a obtenção do título de mestre, área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON VICENTE DA SILVA

– FORTALEZA/CEARÁ –
JULHO/2007

GEÍSA SILVEIRA DO NASCIMENTO

AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ/CE:
EVOLUÇÃO, DINÂMICA E GESTÃO AMBIENTAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Ceará obrigatório para a obtenção do título de mestre, área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Dissertação aprovada em 20/ 07/ 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. José Manuel Mateo Rodriguez
Universidade de Havana - Cuba

Prof. Dr. Antonio Jeovah de Andrade Meireles
Universidade Federal do Ceará - UFC



*À minha mãe, Maria Zélia e ao meu
esposo, Jefferson Sousa, meus dois exemplos
de vida, detentores de características
admiráveis.*

... por tudo com todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

A finalização desta pesquisa é consequência de um intenso trabalho, de uma dedicação de quase dois anos e do apoio de muitos amigos, familiares e outras pessoas que não poderiam deixar de ser reconhecidas.

Agradeço à FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo suporte financeiro parcial, sem o qual seria praticamente impossível a elaboração deste trabalho.

Ao Programa de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do Coordenador Professor Eustógio Wanderley Correia Dantas, que desde a graduação me aconselhou e me apoiou em algumas das difíceis decisões nesta minha nova trajetória acadêmica.

Ao Professor Edson Vicente da Silva, Cacau, meu agradecimento em especial. Mesmo nunca tendo trabalhado comigo na Graduação, agradeço pela confiança depositada e por nos seus momentos afastados, para o seu Pós-Doutorado, nunca ter deixado de colaborar com esta pesquisa e cumprir o papel que em muitos momentos ultrapassou os limites da orientação através de palavras apoio e amizade. Brigadão.

Agradeço aos professores que aceitaram compor minha banca. Ao professor Antonio Manoel de Mateo Rodriguez e Antonio Jeovah de Andrade Meireles por todas as colaborações no decorrer do trabalho, pelas conversas norteadoras e pelas contribuições do exame de qualificação. Ao Mateo também agradeço com um carinho todo especial pelas indicações de leituras, pelo trabalho de campo e pela conversas formais e muitas informais, meu muitíssimo obrigado a este meu amigo cubano.

À Professora Vanda de Claudino-Sales, coordenadora do Laboratório de Geomorfologia Ambiental Costeira e Continental – LAGECO, o qual participei durante quase toda minha graduação. Agradeço muitão pelo aprendizado, pelos momentos do grupo de leitura que se transformavam em aulas ARRASSANTES e por ter começado a me ensinar como caminhar nesse mundo acadêmico.

Gostaria de agradecer também a um professor que hoje posso considerar um grande amigo. Muito obrigado Paulo Roberto Thiers pelo aprendizado, pela excelente contribuição nesta pesquisa, principalmente, na parte cartográfica, pela paciência, pelo carinho, pelas palavras de incentivo e, em particular, pela amizade. Obrigado por tudo!!!!

Aos professores e funcionários que fazem do Departamento. Aos professores agradeço em nome da Professora Fátima Maria Soares pelo apoio nos momentos



iniciais deste Mestrado. Aos funcionários gostaria de agradecer a presença da “Tia” Denise, que, de uma forma ou de outra, sempre está presente na vida dos alunos da Geografia.

Ao PET-Geografia/UFC, o qual participei por quase toda minha graduação. Meu agradecimento e reconhecimento. Agradeço especialmente as minhas amigas Lourdes, Bruna, Ana Karina, Albaniza e Mariana, as quais quero ser amiga pra sempre. Principalmente, para relembrem os ótimos encontros descontraídos e lembrar com humor os antigos momentos difíceis da época da faculdade, que com certeza serão superados. Brigadão amigas por todos os nossos momentos!! A professora e tutora Ivaine Maria Tonini pelo carinho e pelas palavras de conforto em uma fase difícil de decisões e transformações. A todos que estiveram no mesmo período que eu no PET-Geografia agradeço pela convivência, pela troca de experiências, pelas conversas e pelos amigos conquistados. Aos antigos petianos agradeço na pessoa da Vanessa Luana e aos da nova formação, em nome do Auricélio e do Francisco – Chicão.

Aos integrantes do LAGECO, gostaria de começar agradecendo a Alex Pires, o melhor monitor que já conheci, obrigado pela paciência de sempre responder minhas perguntas cheias de detalhes com todo humor do mundo. A minha grande amiga Elizangela, parceira de Laboratório ao longo de toda a graduação, ao Anatarino Torres, Rúbson Pinheiro Maia, Marcelo Moura-Fé e Mônica Virna, o meu obrigado pelas trocas de experiências.

Ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e ao Laboratório de Cartografia Digital agradeço a acolhida nesta fase do Mestrado e ajuda na disponibilização de material e na construção dos produtos cartográficos. Na “Clima” gostaria de agradecer nas pessoas da Rita Vidal, Juliana Oliveira, Marcelo Oliveira e na Cartografia, em nome do Chicão.

À Maria de Lourdes Carvalho Neta, uma “pessoinhna” muito especial e minha grande amiga. Agradeço por tudo, por todos os momentos de força, incentivo, confiança e confidências, por estar sempre pronta a me ajudar mesmo quando não estava nos seus melhores dias. Obrigada “pequena” por fazer parte da minha vida por todo esse tempo e sempre tentar estar presente nos momentos de risos e choros. Ah !!!!! Valeu por repetir e acreditar naquela frase “mágica”: *Um dia nós...* Em nossos encontros com as amigas, ela acabava revigorando e incentivando a continuar a luta.

Ao meu amigo Jader Oliveira Santos pela sua paciência e bom humor nas vezes que perturbei pelas dicas cartográficas e a minha nova amiga Maíra Gomes Cartaxo que enfrentou junto comigo as angústias e a alegrias deste Mestrado. E a todos os outros que contribuíram direta ou diretamente, agradeço muitão !!!

Gostaria ainda de agradecer a minha família. A minha mãezinha, Maria Zélia Silveira, por ser uma mãe tão presente e por nesses últimos dois anos, mesmo sem entender o que tanto fazia em frente a livros e computadores, nunca ter deixado de incentivar e de certa forma colaborar para a finalização deste trabalho. Obrigada por sempre acreditar que era importante e pelas palavras de força e conforto, e claro, pelas suas inúmeras orações. Aos meus irmãos e a minha prima Conceição, agradeço a todos em nome de Jefferson Silveira, o melhor irmão do mundo, que participou e acompanhou todos os passos deste trabalho. Obrigado pelas idas ao campo, pela paciência com sua irmãzinha e por sempre estar pronto quando eu precisei de você. Brigadão menino!!!!

Ao meu querido marido, Jefferson Sousa Pereira, agradeço de maneira muito especial pelo carinho, pela compreensão, pelo incentivo, pelas palavras de amor e força. Obrigado, por ter participado desta pesquisa com ela também fosse sua, e por ter compartilhado todos os momentos difíceis tornando cada um deles mais leve. O considerado, por tudo, o co-autor deste trabalho. Meu muito obrigado, por ser uma pessoa tão especial e tão importante em todos os momentos de minha vida. Obrigadão amor!!!

Obrigado a todos que colaborando para a efetivação desta pesquisa.

RESUMO

O litoral cearense convive hoje com um dos maiores adensamentos litorâneos brasileiro, isso ocorre porque, nas últimas décadas, a ocupação das áreas litorâneas para o turismo e habitação tem se intensificado gradativamente. Através do estudo das dunas do município de Aquiraz pretendeu-se apreender a dinâmica presente nesse setor litorâneo e obter após uma análise detalhada um diagnóstico ambiental, o qual propiciou a elaboração de propostas de gestão para toda área estudada. Mas, a principal finalidade da pesquisa foi compreender a estrutura e funcionamento das dunas de maneira integrada. E entender como essas unidades naturais se comportam e interagem dentro do sistema litorâneo. A área em que se desenvolvem as avaliações situa-se no setor leste costeiro desse município e o campo de duna presente nesse setor são umas das maiores expressões espaciais desse tipo de feições no litoral nordestino brasileiro. A compreensão dos processos pretéritos e presentes que contribuíram na formação dessas dunas, a identificação das suas diferentes tipologias, a classificação de acordo com o seu estado dinâmico e individualização das suas gerações foi o nosso principal objetivo. A pesquisa encontra-se alicerçado na Teoria Geossitêmica e dentro dos procedimentos técnicos e metodológicos aplicados buscou-se a análise espaço-temporal através da interpretação de produtos cartográficos de diferentes períodos, em uma faixa tempo de quase cinquenta anos. Diante do contexto a revisão bibliográfica, análise cartográfica e etapa de campo foram cruciais para um maior conhecimento da área e para a concretização do trabalho. De acordo com os critérios adotados foram identificadas duas gerações de dunas e vários tipos de morfologia, além de alguns setores com formas de uso e ocupação indevidas que estão provocando a degradação das dunas e alterando a dinâmica natural da área. Entretanto, o trecho estudado tem a maior parte das suas dunas ainda conservadas, em virtude de grande partes delas estarem sob proteção da Legislação Federal. Ao final foi evidenciada a necessidade da implantação de medidas de manejo ambiental capazes de minimizar os impactos ambientais nos trechos com ocupações e de monitoramento, para que os setores de dunas mais conservados, não se transformem em futuras de áreas de degradação ambiental.

Palavras-chaves: campo de dunas, análise espaço-temporal, diagnóstico e propostas de gestão ambiental.

ABSTRACT

Ceara coast possesses one of the largest occupations of the coast Brazilian coast, this happens because, in the last decades, the occupation of the coastal areas for the tourism and house has intensified gradually. Through the study of the dunes of the municipal district of Aquiraz it intended to apprehend the present dynamics in that coastal areas and to obtain after a detailed analysis an environmental diagnose, which propitiated the elaboration of management proposals for every studied area. But, the main purpose of the research was to understand the structure and operation of the dunes in an integrated way. And to understand about those natural units behaves and they interact inside of the coastal system. The area that it was developed the evaluations locates in the coastal east of that municipal district and the field of present dune in that section are some of the largest space expressions of that type of features in the coast Brazilian Northeast. The understanding of the past and present processes that contributed in the formation of those dunes, the identification of their different typologies, the classification in agreement with their dynamic state and individualization of their generations was our main objective. The research is based in the Geosystem theory and inside of the technical and methodological procedures applied the analysis in a space of time was looked for through the interpretation of cartographic products of different periods, almost fifty year old. Before the context the bibliographical revision, cartographic analysis and field stage were crucial for a larger knowledge of the area and for the materialization of the research. In agreement with the adopted criteria they were identified in two generations of dunes and several morphology types, besides some areas with use and occupation forms that are provoking the degradation of the dunes and altering the natural dynamics of the area. However, the studied area has most of their dunes conserved still, because great parts of them to be under protection of the Federal Legislation. At the end the need of the implantation of environmental measures handling was evidenced capable to minimize the environmental impacts in the areas with occupations and of accompaniment, so that the dunes more conserved, don't change in the future in areas of environmental degradation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 01- Organograma da construção do Mapa de Dinâmica Espacial do Litoral Leste de Aquiraz	32
Figura 02- Perfil esquemático transversal do litoral	42
Figura 03- Esboço Geológico de Aquiraz	50
Figura 04- Gráfico das normais climáticas de precipitação	54
Figura 05- Gráfico das normais climáticas de temperatura	55
Figura 06- Gráfico das normais climáticas de precipitação e UR	55
Figura 07- Gráfico das normais de precipitação, insolação e velocidade dos ventos	56
Figura 08- Faixa de praia sobre a ação das marés	55
Figura 09- Vegetação pioneira na faixa de pós-praia, pinheirinho da praia	61
Figura 10- Vegetação pioneira na faixa de pós-praia	61
Figura 11- Perfil transversal do litoral leste de Aquiraz	62
Figura 12- Jangada ancorada na área de pós-praia	63
Figura 13- Pós-praia do Barro Preto ocupado por barracas	63
Figura 14- Lagoa temporária próximo a praia do Batoque	64
Figura 15- Lagoa perene da Encantada	65
Figura 16- Lagoa perene do Tapuio na T.I	65
Figura 17- Perfil topográfico de dunas móveis na área de estudo	66
Figura 18- Avanço dunar móveis sobre superfície rebaixada e com vegetação	66
Figura 19- Perfil topográfico de dunas fixas na área de estudo	67
Figura 20- Cordão de dunas fixas a retaguarda de um ambiente aquático	67
Figura 21- Planície flúvio-marinha do manguezal do Marisco	69
Figura 22- Manguezal do Marisco	69
Figura 23- Área degradada do manguezal do Barro Preto	70
Figura 24- Proliferação desordenada de tabuba no manguezal do Marisco	70
Figura 25- Áreas de tabuleiro na Terra Indígena Jenipapo-Kanindé	71
Figura 26- Mosaico de fotografias aéreas, datadas de 1958. Plano de fundo para confecção do mapa de unidades geoambientais deste mesmo ano.....	87
Figura 27- Imagem Ikonos, datadas de 2003, base para a construção do mapa de unidades geoambientais de 2007	90
Figura 28- Resquício de paleomangue no segmento litorâneo do Batoque	93
Figura 29- Duna transversal móvel a sotamar do promontório do Iguape	96
Figura 30- Duna transversal a sotamar do promontório do Iguape	96
Figura 31- Duna frontal parcialmente recoberta por vegetação pioneira	97
Figura 32- Duna frontal parcialmente recoberta por vegetação pioneira	97
Figura 33- Dunas parabólicas ativa	97
Figura 34- Duna móvel, localizada na praia do Batoque apresentando na sua porção oeste vegetação de porte arbóreo e arbustivo e na porção leste apresenta-se sem vegetação	99
Figura 35- Campo de dunas fixas do tipo parabólicas	99
Figura 36- Dunas fixas com vegetação arbóreo-arbustiva entre depressão interdunar	92
Figura 37- Exposição das rochas do promontório do Iguape	99
Figura 38- Área de dunas com sedimentos de coloração avermelhadas, provenientes da decomposição do quartzito ferruginoso	99
Figura 39- Dunas móveis com sedimentos de coloração avermelhadas, provenientes da decomposição do quartzito ferruginoso	99
Figura 40- Feição erosiva: “blowout”	100
Figura 41- Corredor de deflação – área de transporte sedimentar entre as dunas móveis e dunas fixas, no Barro Preto	100
Figura 42- Localização do Município de Aquiraz	107
Figura 43- Ocupação residências e área loteada no litoral leste de Aquiraz com base na imagem Ikonos, 2003	110
Figura 44- Empreendimentos turísticos no Barro Preto - Hotel e barracas na área de dunas móveis	112
Figura 45- Ocupação irregular na área do manguezal do Iguape	113
Figura 46- Empreendimentos turísticos no Barro preto e Iguape - Barracas na área de	



	dunas móveis	113
Figura 47-	Soterramento das barracas na praia do Barro Preto	114
Figura 48-	Segunda residências em área de dunas móveis	115
Figura 49-	Loteamento em área de dunas móveis	115
Figura 50-	Área de dunas móveis loteada com instalação de rede de esgoto	115
Figura 51-	Área de dunas móveis com lixo a céu aberto	116
Figura 52-	Limite da Terra Indígenas Jenipapo-Kanindé com base na Imagem Ikonos 2003	117
Figura 53-	Área de cultivo na margem esquerda da Lagoa da Encantada	118
Figura 54-	Área de cultivo na margem direita da Lagoa da Encantada	118
Figura 55-	Vista aérea da lagoa da Encantada	119
Figura 56-	Vista panorâmica da lagoa da Sucurujuba	119
Figura 57-	Lagoa do Tapuio, situada no setor leste da T.I.	119
Figura 58-	Práticas de lazer na lagoa da Encantada	119
Figura 59-	Escola Indígena diferenciada	120
Figura 60-	Posto de Saúde da T.I.	121
Figura 61-	Reservatório d'água e chafariz na T.I.....	121
Figura 62-	Casa de farinha comunitária na T.I Jenipapo-Kanindé	122
Figura 63-	Pequeno comércio na T.I.	122
Figura 64-	Queimada realizada as margens da Lagoa do Tapuio por moradores não indígenas	123
Figura 65-	Desmatamento as margens da Lagoa do Tapuio por moradores não indígenas	123
Figura 66-	Perfil Esquemático das formas de uso e ocupação do litoral do Barro Preto e Iguape	132
Figura 67-	Perfil Esquemático das formas de uso e ocupação do litoral do Barro Preto	133
Figura 68-	Perfil Esquemático das áreas sem ocupação urbana no litoral leste de Aquiraz	134

LISTA DE QUADROS

		Pág.
Quadro 01-	Critérios para a individualização das gerações de dunas do litoral leste de Aquiraz...	94
Quadro 02-	Unidades Geoambientais, vegetação, formas de uso e ocupação do litoral leste de Aquiraz	102
Quadro 03-	Informações sobre atenção básica do Iguape e Barro Preto	111
Quadro 04-	Unidades geoambientais, formas de uso e ocupação e problemas ambientais	126
Quadro 05-	Estado geoambiental das unidades e subunidades do litoral leste de Aquiraz	136
Quadro 06-	Unidades Geoambientais e propostas de manejo	144

LISTA DE MAPAS

		Pág.
Mapa 01-	Localização da Área de Estudo	49
Mapa 02-	Unidades de Geoambientais do litoral leste de Aquiraz - 1958.....	88
Mapa 03-	Unidades de Geoambientais do litoral leste de Aquiraz - 2007	91
Mapa 04-	Gerações de dunas do litoral leste de Aquiraz	95
Mapa 05-	Dinâmica espacial das dunas do litoral leste de Aquiraz.....	103

LISTA DE FOTOIMAGEM

		Pág.
Fotoimagem 01-	Formas de uso, ocupação e impactos ambientais no litoral leste de Aquiraz/Ce	127

LISTA DE SIGLAS

- APP** – Áreas de Preservação Permanente
- CAD** – Computer Aided Design
- CNUDM** – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
- CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária
- EMCETUR** – Empresa Cearense de Turismo
- ENG** – Encontro Nacional de Geógrafos
- EPUSP** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
- FUNAI** – Fundação Nacional do Índio
- FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde
- FUNCEME** – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
- GERCO/CE** – Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IDACE** – Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará
- INCRA** – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
- IPECE** – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
- IPLANCE** – Instituto de Planejamento do Ceará
- LABOMAR** – Laboratório de Ciências do Mar
- LAGECO** – Laboratório de Geomorfologia Ambiental Costeira e Continental
- PDDU** – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
- PET** – Programa de Educação Tutorial
- PSF** – Programa Saúde da Família
- SAD** – South American Datum
- SEMACE** – Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará
- SIG** – Sistema de Informação Geográfica
- SINAGEO** – Simpósio Nacional de Geomorfologia
- SNGFA** – Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada
- UECE** – Universidade Estadual do Ceará
- UFC** – Universidade Federal do Ceará
- UTM** – Projeção Universal Transversal de Mercator
- T.I.** – Terra Indígena
- TG** – Teoria Geossitêmica
- TGS** – Teoria Geral dos Sistemas
- ZCIT** – Zona de Convergência Intertropical
- ZEE** – Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	13
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE MAPAS	14
LISTA DE FOTOIMAGEM	14
LISTA DE SIGLAS	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS	
2.1. Fundamentação teórico-metodológica	22
2.2. Procedimentos técnicos e metodológicos	25
3. A ZONA COSTEIRA CEARENSE	
3.1. O processo evolutivo da zona costeira cearense.....	34
3.2. Oscilações do nível do mar	35
3.3. Dinâmica litorânea	39
3.4. Síntese das condições geoambientais do litoral do Ceará.....	42
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	
4.1. Localização da área de pesquisa	48
4.2. Condicionantes geoambientais	48
4.2.1 Aspectos geológicas, geomorfológicas e pedológicas.....	50
4.2.2. Condicionantes climáticos.....	53
4.3. Aspectos da vegetação.....	56
4.4. As principais unidades geoambientais da área de pesquisa.....	59
4.4.1. Mar Litorâneo	59
4.4.2. praia e pós – praia.....	60
4.4.3. Ambientes lacustres	64
4.4.4. Campos de dunas	65
4.4.5. Ambiente estuarino	68
4.4.6. Tabuleiros pré-litorâneos	70

5 AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ	
5.1. Conceituação: dinâmica, mecanismos de transporte e sedimentação ..	73
5.2. Classificação das dunas	75
5.3. As dunas do litoral leste de Aquiraz	81
5.3.1. Inter-relações sistêmicas com outras unidades geoambientais.....	83
5.3.2. Individualização e classificação das dunas do litoral leste de Aquiraz.....	84
5.3.3. Evolução dos campos de dunas do litoral leste de Aquiraz.....	101
6 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SÓCIO-AMBIENTAL	
6.1. Aspectos gerais do município de Aquiraz e da área de pesquisa	107
7 DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MANEJO AMBIENTAL	
7.1 Problemas ambientais: impactos, efeitos e conseqüências	125
7.2. Estado geoambiental da área de pesquisa	130
7.3. Potencialidades da área de pesquisa	137
7.4. Propostas de gestão ambiental	138
8 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	147
9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira cearense, nos seus 573 km de costa, apresenta uma paisagem composta de praias, campos de dunas, planícies fluviomarina com manguezais, lagoas, falésias e tabuleiros. A formação desse belo cenário ocorreu, ao longo do tempo, pela interação de vários processos morfogenéticos.

Hoje, essa paisagem privilegiada convive com um dos maiores adensamentos litorâneos brasileiro. Isto ocorre porque, nas últimas décadas, a ocupação das áreas litorâneas para o turismo e habitação, algumas vezes, incentivadas pelo Poder Público, intensificou-se em função da crescente valorização do litoral.

Historicamente, as primeiras formas de ocupação humana não provocaram grandes alterações no meio ambiente, em virtude do limitado poder de transformação das comunidades litorâneas. A situação foi se modificando com o decorrer dos anos e expondo as fragilidades do sistema litorâneo diante destas novas formas de uso e ocupação.

A paisagem litorânea é integrada por elementos físicos, biológicos e humanos, interdependentes e relacionados. Qualquer alteração em um deles irá afetar diretamente o seu conjunto. As dunas, uma das principais unidades deste sistema, são o objeto desta pesquisa.

Elas serão abordadas mediante uma análise integrada, pois a finalidade não é compreender a estrutura e funcionamento dos campos dunares de maneira independente, e sim, entender como essas feições se comportam no sistema litorâneo e interagem com outras unidades geoambientais presentes no litoral estudado.

A área onde se desenvolveram as avaliações situa-se no Município de Aquiraz, estendendo-se do Batoque ao Iguape. As dunas fixas, nesse setor, são umas das maiores expressões espaciais deste tipo de feições, presentes no litoral nordestino do Brasil.

Essa é apenas uma das razões que demonstram a necessidade e a importância da análise destas unidades no litoral leste de Aquiraz. Outras questões relacionadas com as distintas formas de uso do solo, no mesmo espaço geográfico,

despertaram a atenção para o estudo destas unidades geoambientais na área focalizada.

Nos últimos anos, o crescimento populacional, o desenvolvimento do turismo e a especulação imobiliária estão causando sérios impactos sócio-ambientais ao meio, imprimindo na paisagem natural pesquisada diferentes formas de artificialização.

Felizmente, a maioria das transformações está limitada aos setores urbanizados. Não há sobre a maior parte das unidades geoambientais uma intensa expansão urbana, visto que algumas delas estão protegidas por pertencerem a Terra Indígena Jenipapo-Kanindé. Essa particularidade faz com que a área estudada seja considerada um setor ímpar na zona costeira cearense.

As dunas, presente em toda a extensão do litoral pesquisado, também desempenham um papel fundamental na captação de água, proteção dos aquíferos, formação de lagoas, controle dos cursos d'água, proteção das praias contra a ação erosivas das ondas, além da sua utilização nas atividades agropecuárias e para a ocupação urbana.

Nesta pesquisa, as dunas também foram de grande importância na compreensão da dinâmica e evolução costeira, em razão de que, sua gênese tem relação direta com os processos litorâneos e climáticos. Do mesmo modo, elas foram de grande valor nesse conhecimento científico, pois seu estudo possibilitou compreender alguns dos eventos climáticos e oscilações do nível do mar durante o Quaternário.

Em meio a esse contexto, o trabalho tem como o principal objetivo compreender os processos que contribuíram e ainda contribuem na formação e dinâmica das dunas presentes no litoral leste de Aquiraz, além de identificar os agentes naturais e sociais que influenciam na conservação dessas unidades. Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- © elaborar mapas de unidades geoambientais, usando como plano de fundo imagens de períodos distintos (1958 e 2003), para realizar estudos sobre a evolução da área;
- © construir o mapa da dinâmica espacial do litoral leste de Aquiraz, mediante a superposição dos produtos cartográficos confeccionados;

- ◎ identificar as diferentes morfologias das dunas e classificá-las em relação ao estado dinâmico;
- ◎ individualizar as dunas presentes na área de estudo, por meio de critérios espaços-temporais, geográficos, morfológicos, climáticos e processos relacionados às oscilações do nível do mar, e confeccionar um mapa referente às diferentes gerações presentes na área;
- ◎ analisar de forma integrada as unidades geoambientais, elaborar um diagnóstico, com a finalidade de conhecer o estado geoambiental e os principais problemas ocasionados pelas diferentes formas de uso e ocupação, estabelecendo assim, as potencialidades naturais e humanas da área; e
- ◎ sugerir medidas para gestão, controle e monitoramento das unidades geoambientais buscando propor técnicas de manejo adequadas que possam minimizar os impactos ambientais.

Nesse sentido, a pesquisa sobre **As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE evolução, dinâmica e gestão ambiental** procurou contribuir para um melhor conhecimento das condições ambientais, não apenas das dunas, mas também de todas as unidades geoambientais. Através da aplicação da metodologia foi possível compreender as inter-relações existentes entre as unidades e recomendar algumas sugestões para melhor conservação da área como um todo.

O texto está organizado em oito capítulos. O intuito é tentar colaborar para uma reflexão acerca da temática e esclarecer alguns pontos relevantes.

O primeiro capítulo trata da apresentação do tema e dos objetivos da pesquisa. O segundo apresenta os procedimentos técnico-metodológicos empregados na aquisição dos dados, na construção dos produtos cartográficos e nos resultados obtidos.

O terceiro capítulo aborda a evolução da zona costeira cearense, avaliando os agentes e processos que influenciaram a sua formação, enfatizando aspectos como a ação das ondas, marés, correntes, a atividade eólica entre outros.

O quarto consiste na localização e caracterização da área de estudo. Em seguida apresenta-se as unidades geoambientais presentes no litoral investigado.

O quinto conceitua as dunas e os principais mecanismos responsáveis pela sua formação e dinâmica. Esta parte se encerra com a individualização dessas

unidades em diferentes gerações, com a identificação dos diferentes tipos de morfologia e com a análise da dinâmica espacial presente na área em questão.

O sexto capítulo trata das condições socioeconômicas do Município de Aquiraz e das principais comunidades presentes na área. Também cuida de aspectos históricos e aborda as principais formas de uso e ocupação.

O diagnóstico com os principais impactos ambientais, seus respectivos problemas, possíveis causas, efeitos e conseqüências são objetos do sétimo capítulo. Ele ainda traz a caracterização geoambiental e algumas propostas de gestão para o manejo adequado da área.

O remate da pesquisa é procedido no oitavo capítulo, onde são apresentadas algumas considerações de natureza global desta investigação.

Capítulo 2 - Procedimientos Técnicos e Metodológicos

2. MATERIAL E MÉTODOS DA PESQUISA

Os procedimentos técnicos e metodológicos utilizados para o estudo das dunas do litoral leste de Aquiraz estão divididos em partes. Na primeira, foi realizada uma fundamentação teórica sobre a metodologia trabalhada. Em seguida demonstram-se os procedimentos utilizados na aquisição dos dados, na construção de produtos cartográficos e dos resultados.

2.1. Fundamentação teórico-metodológica

A metodologia abordada teve como propósito realizar uma caracterização físico-natural da área de estudo. A caracterização é essencial para apreender os componentes ambientais, principalmente, do ambiente dunar.

Como não se pretendia compreender cada componente ambiental de maneira separada, a abordagem escolhida foi a que permitisse um entendimento integrado da paisagem. Por isso, o trabalho encontra-se alicerçado na Teoria Geossistêmica, com suas bases de estudos fundamentadas na Teoria Geral dos Sistemas (PENTEADO, 1978).

A aplicação da Teoria Geral dos Sistemas surgiu nas primeiras décadas do século XX, nos Estados Unidos. Sua utilização nas ciências naturais faz parte do trabalho precursor de Ludwig von Bertalanffy, aplicado na Biologia e na Termodinâmica.

A Teoria Geral dos Sistemas proposta por Bertalanffy, em 1901, visava tanto à investigação científica dos sistemas em várias ciências, quanto sua aplicação tecnológica, e ainda, na própria filosofia dos sistemas, no sentido de promover a discussão desse novo paradigma científico (RODRIGUES, 2001). Várias décadas foram necessárias para uma maior difusão desses conceitos no meio das ciências naturais.

Na Geografia, o estudo dos sistemas prestou relevantes serviços às ciências exatas e foi introduzido por Chorley, em 1962. O princípio básico do estudo de sistemas é o da conectividade. Pode-se compreender um sistema como um conjunto de elementos com ligações entre esses elementos, e um conjunto de ligações entre o sistema e seu ambiente. Isto é, cada sistema se compõe de

subsistemas e todos são partes de um sistema maior, em que cada um é autônomo e ao mesmo tempo aberto e integrado ao meio, ou seja, existem inter-relações diretas com o meio (GOMES, 2002).

Para Rodriguez *et al* (2004), a Teoria Sistêmica é um tipo de abordagem onde qualquer diversidade da realidade estudada: objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas, situações, entre outros, pode ser considerada como uma unidade regulada em um ou outro grau em que se manifestam mediante algumas categorias da concepção desta teoria, tais como: estrutura, elemento, meio, relações, etc.

A evolução dos estudos sistêmicos contribuiu para formulação da Teoria Geossistêmica. O conceito é relativamente recente em Geografia Física, tendo sido proposto na antiga União Soviética na década de 1960. O geógrafo russo Sotchava foi o responsável por esta nova forma de estudar as paisagens geográficas complexas.

Sotchava (1977) caracterizou geossistema como uma expressão de fenômenos naturais resultantes da interação na superfície da Terra, da litomassa com a biomassa, aeromassa e a hidromassa. O autor chama a atenção para o fato de que, embora os geossistemas sejam considerados fenômenos naturais, devem ser estudados à luz dos fatores econômicos, sociais e técnicos, pois esses influenciam sua estrutura e modificam sua dinâmica natural.

Pode-se, então, definir geossistemas como formações naturais as quais experimentam os impactos dos ambientes: naturais, econômicos e técnicos, este é o conceito mais amplo. Bertalanffy (1973) define geossistema como uma classe peculiar de sistemas dinâmicos, abertos e hierarquicamente organizados (PENTEADO, 1978).

Para Bertrand (1972), pertencente à Escola Francesa e principal difusor da teoria geossistêmica no mundo ocidental, geossistema é um tipo de sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética dos fatores abióticos, bióticos e antrópicos. De acordo com essa percepção, geossistema é o resultado da combinação dinâmica de um potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrografia), de uma condição exploratória biológica natural (vegetação, solo e fauna) e de atividades antrópicas.

A TG permite ao pesquisador avaliar o ambiente natural como um conjunto, composto por unidades com relações entre si. Isto implica que as unidades

têm propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente de outras unidades. A organização do conjunto decorre da relação entre as unidades e do grau de organização. Proporcionando ao conjunto que este funcione como um todo, onde este todo é maior do que a soma de suas partes (RODRIGUES, 2001).

Para o pesquisador entender como funciona este conjunto, é necessário estar atento aos elementos componentes deste sistema, às relações existentes entre eles, aos seus atributos e ao fluxo de matéria e energia (PENTEADO, 1978).

Esta pesquisa não realiza exatamente uma análise geossistêmica, pois seria necessário o cumprimento de todas as etapas referente a esta abordagem. Na verdade, ela trabalha dentro do contexto da análise geoambiental, a qual tem importância fundamental no que tange às questões de uso dos recursos naturais, tendo em vista a possibilidade de uma visão sistêmica e integrativa dos componentes do ambiente, bem como de suas inter-relações (ALMEIDA, 2005).

A análise geoambiental se fez necessária no sentido de examinar, com detalhes, os principais atributos ecológicos (geologia, geomorfologia, hidrologia, clima, solos e vegetação), conduzindo à delimitação e à caracterização das unidades geoambientais (ALMEIDA, 2005).

A sua aplicação é um requisito indispensável à solução de diversos problemas no âmbito da Geografia. Neste trabalho, tornou-se uma ferramenta fundamental para a compreensão da evolução geoambiental, da inter-relação existente entre o meio com seus componentes, com a sociedade e na apreensão das atividades sócio-econômicas presentes na área.

A maior contribuição está na elaboração do diagnóstico geoambiental, onde a visão integrada da paisagem possibilitou o entendimento da dinâmica espacial do litoral em estudo, além de ter fornecido subsídios para as sugestões das propostas de manejo.

2.2. Procedimentos técnicos e metodológicos

Os procedimentos técnicos e metodológicos utilizados direcionaram-se para um maior conhecimento da área de pesquisa. A escolha dos procedimentos

permitiu a efetivação dos objetivos e o entendimento dos processos, da estrutura, das condições fisiográficas, biológicas e socioeconômicas da área.

As etapas e os métodos realizados na concretização deste trabalho estão delineados na seqüência:

© **Revisão bibliográfica e cartográfica**

A etapa contou com revisão bibliográfica aprofundada, mediante a análise de trabalhos anteriores ligados ao tema como: teses, dissertações, livros, artigos científicos e relatórios técnicos. As principais leituras foram sobre dinâmica costeira, processos geomorfológicos, mudanças climáticas, flutuações do nível do mar, unidades geoambientais, entre outros assuntos relacionados à temática. A fundamentação teórica está baseada na obra dos seguintes autores: Silva (1987; 1993; 1998), Souza, (1988), Maia (1998) Meireles (1998; 2001; 2007), Jesus Silva (2002), Claudino-Sales (2002; 2005), Carvalho (2003), Suguio (1985; 2003) entre outros.

Inicialmente, a pesquisa foi realizada nos acervos das bibliotecas da Universidade Federal do Ceará: biblioteca central do Centro de Ciências e Tecnologia e na biblioteca do Laboratório de Ciências do Mar – LABOMAR.

A busca continuou nas bibliotecas dos laboratórios do Departamento de Geografia da UFC, onde foram consultados: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, Laboratório de Geomorfologia Ambiental Costeira e Continental – LAGECO e a biblioteca do Programa de Educação Tutorial – PET. O acervo pessoal de alguns professores, materiais e documentos, também contribuiu na complementação bibliográfica.

A pesquisa também foi realizada em anais impressos e digitais de alguns congressos, como: Encontro Nacional de Geógrafos – ENG, Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO, Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada – SNGFA, entre outros. Na Internet, o site mais utilizado na procura de artigos científicos e assuntos relacionados à temática foi o *Google Acadêmico*.

Outra importante forma de consulta foi no acervo dos órgãos oficiais. Nesse caso, realizou-se um levantamento, tanto sobre material bibliográfico quanto cartográfico. Os órgãos visitados foram: Superintendência Estadual do Meio

Ambiente - SEMACE, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUCEME, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará – IDACE, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, entre outros.

© **Trabalhos em Campo**

Os trabalhos em campo tiveram como propósito reunir informações a respeito das condições físicas e geográficas. Neste estágio foi realizado um levantamento específico das condições gerais de cada unidade.

No caso das dunas, esta etapa possibilitou a identificação destas feições. Elas foram individualizadas de acordo com a sua geração e classificadas em relação as suas morfologias.

Na checagem de campo, realizou-se um reconhecimento das diferentes formas de uso e ocupação, dos principais impactos, com as suas possíveis causas e efeitos.

As entrevistas informais, com moradores, auxiliaram na compreensão de como ocorreu o início da ocupação na área e da atual estrutura socioeconômica. O registro de fotografias convencionais possibilitou melhor classificação das dunas, das formas de uso e ocupação e permitiu a ilustração da pesquisa.

Os dados coletados foram trabalhados, interpretados e organizados. O resultado da tabulação norteou a elaboração cartográfica e contribuiu para melhor avaliação dos impactos ambientais.

© **Técnicas cartográficas**

A aplicação das técnicas cartográficas foi um procedimento fundamental para o conhecimento da área de pesquisa. A análise das imagens, mapas e bases cartográficas, complementadas com os dados coletados, permitiu a compreensão da base física e a delimitação das unidades geoambientais.

A concretização do trabalho contou com a estrutura física do Laboratório de Cartografia Digital do Departamento de Geografia da UFC, onde foram utilizados

computadores Pentium 4, *scanner* de mesa A3 e os softwares *Image Analyst* e *Microstation SE*, para a geração dos produtos cartográficos.

A seleção dos materiais ligados à cartografia foi realizada de acordo com a disponibilidade dos mesmos. Assim, foi possível analisar:

- © mapa básico de escala 1:20.000 (1972), pertencente ao INCRA;
- © mapa Geológico e Geomorfológico do Estado do Ceará, na escala 1:500.000, CPRM, 2003, em meio digital;
- © imagem de satélite *Ikonos*, com resolução de 1 metro, datada de 2003, cedida pelo IDACE;
- © imagens *Quickbird*, com resolução espacial de 60 cm, datadas de 2004, adquiridas junto à Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMACE; e
- © fotografias aéreas de 1958, da empresa Cruzeiro do Sul, cedidas pela CPRM.

Os procedimentos e métodos utilizados na manipulação dos dados cartográficos para o desenvolvimento desta pesquisa foram: georreferenciamento das imagens utilizadas, tratamento digital, vetorização e interpretação visual das imagens.

Georreferenciar uma imagem consiste em posicioná-la corretamente sobre a superfície terrestre. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas dos pontos de controle, com referência ao sistema no qual se planeja georreferenciar. Os pontos de controle são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como: intersecções de estradas, rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, dentre outros (EPUSP, 2007).

A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo, a partir de levantamentos topográficos, GPS – *Global Positioning System* ou, ainda, por meio de mesas digitalizadoras, outras imagens ou mapas, em papel ou digitais, georreferenciados (EPUSP, 2007).

O método escolhido para o georreferenciamento ou registro das fotografias aéreas, do ano de 1958, ocorreu com base em de outra imagem, ou melhor, da imagem gerada pelo sensor *Ikonos*, pois já se encontrava perfeitamente posicionada sobre a superfície da Terra. O satélite *Ikonos*, lançado

em órbita no dia 24 de setembro de 1999, e operando desde janeiro de 2000, tinha como objetivo atender necessidades militares em virtude da sua capacidade de gerar produtos de alta resolução espacial.

Atualmente, as imagens *Ikonos* têm seu uso bastante difundido para o planejamento ambiental, como base para elaboração de SIG's, entre outras inúmeras atribuições. São capazes de representar feições de no mínimo 1 metro quadrado, tornando-se uma importante ferramenta para estudos de sensoriamento remoto com escalas de detalhe. Com essas imagens, é possível oferecer mapeamentos em escala de até 1:25.000 (MONTEIRO, 2005).

As fotografias aéreas, em meio analógico, tiveram que passar por digitalização automática, através de *scanner* de mesa. Esse material fotográfico tem como base o vôo aerofotogramétrico executado pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., em 1958, na escala de 1:25.000 e adquiridas junto aos arquivos da CPRM.

Como se pretendia realizar uma análise espaço-temporal, fez-se necessário assegurar que as fotografias estavam perfeitamente registradas com relação à imagem *Ikonos*. Entende-se como registro, o processo de superposição de uma mesma cena, presente em duas ou mais imagens distintas. Os pontos correspondentes nessas imagens coincidam espacialmente. O registro foi realizado no *software Image Analyst*, utilizando-se o modelo matemático de Helmet, onde são necessários no mínimo dois pontos mais um para realizar o registro.

O próximo passo consistiu no tratamento e vetorização das feições de interesse do projeto. No tratamento digital, foram utilizados recursos para melhorar e realçar as cores e o contraste das imagens.

Vetorização é o processo de conversão de arquivos *raster*¹ em arquivos vetoriais, ou seja, em linhas, pontos e polígonos. As informações na estrutura *raster* são convertidas em entidades matemáticas que podem ser entendidas por um *software* de *Computer Aided Design* – CAD e SIG. Na realização da vetorização, adotou-se o sistema de projeção cartográfica UTM – Universal Transverso de *Mercator*, referenciado ao *datum* geodésico horizontal

¹ Um arquivo *raster* é criado por uma série de pontos, chamados *pixels* organizados em linhas e colunas. Um *scanner* captura uma imagem, atribuindo uma linha, uma coluna e um valor de cor (branco e preto, escala de cinza ou cor) a cada ponto, que compõe a representação visual de um documento.

SAD69 – *South American Datum* 1969, referências oficiais para a cartografia em âmbito nacional (EPUSP, 2007).

Projeção cartográfica é o processo de sistematicamente transformar partes da Terra, que é uma superfície curva, para que sejam representadas em uma superfície plana, mantendo todas as relações espaciais.

É obtido pelo uso de Geometria e, mais comumente, por meio de formulações matemáticas. A correspondência entre os pontos da superfícies terrestre e a sua representação constitui o problema fundamental da cartografia, pois impossibilita uma solução perfeita, ou seja, uma projeção livre de deformações. Tentando minimizar as distorções, diferentes técnicas de representação são aplicadas no sentido de se alcançar resultados com propriedades favoráveis para um propósito específico (WIKIPEDIA, 2007).

A projecção UTM é um sistema elipsoidal, ao qual foram aplicados parâmetros específicos, com os meridianos centrais, funcionando como eixos de coordenadas retangulares de cada fuso. É uma projeção cartografica cilíndrica do esferóide terrestre. Nesse sistema, a terra é dividida entre as latitudes de 84° N e 80°S, em 60 fusos, com uma largura genérica de 6° em longitude .

Os fusos são numerados de 1 a 60 no sentido leste, a partir do antimeridiano de Greenwich (180° de longitude). Existe ainda uma divisão em zonas quadrangulares, completando a divisão já feita em longitude, com outra de 8° em latitude; estes quadrângulos são designados em cada fuso, por letras do alfabeto, de C a X (com exceção ao I e O) e de sul para norte. Os mapas com projeção UTM são de muito uso local, apresentam um sistema de coordenadas, que é métrico e cartesiano próprio, para cada zona UTM.

A superfície de referência para controle horizontal de pontos desse sistema cartográfico é o *datum* do Sistema Geodésico Brasileiro – South American Datum - SAD-69. Foi adotado oficialmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 1979. Seu posicionamento é o vértice Chuá, em Minas Gerais, com altura geoidal de 0 m, sendo suas coordenadas latitude 19° 45' 41" 6527" S e longitude 48° 06' 04,0639" W (IBGE, 2007).

Todo processo de vetorização foi realizado através da interpretação visual das imagens. A interpretação baseou-se manual de fotointerpretação (Cruz, 1981), onde se recorreu a classes de feições por meio da combinação de três processos de identificação e observação: 1. tamanho e forma; 2. cor (tonalidade) e textura; 3.

feições que lhe são associadas, como sombra, padrão (distingue áreas com repetição de um mesmo detalhe de arranjo espacial, ex: diferentes culturas), sítio (localização de objetos em relação às feições do terreno), associações (combinação e arranjo de feições e objetos) e resolução. A individualização das unidades geoambientais ocorreu, principalmente, a partir das observações em relação à textura (lisa ou rugosa), cor e brilho dos pixels presentes em cada imagem.

A conclusão da vetorização permitiu a construção dos mapas de unidades geoambientais de 1958 e 2007, na escala de 1:25.000. O intuito de confeccionar esses produtos cartográficos foi além de delimitar as unidades, identificar as diferentes formas de uso e ocupação.

A análise do material cartográfico produzido permitiu a elaboração do mapa das gerações de dunas do litoral leste de Aquiraz. Os parâmetros utilizados tiveram como base alguns critérios do modelo adotado por Meireles (2001) para a planície costeira da Região Metropolitana de Fortaleza, onde foram levados em conta aspectos espaços-temporais, geográficos, morfológicos, climáticos e os processos geológicos relacionados à dinâmica dos fluxos de energia gerados pela oscilação do nível do mar.

Outro objetivo foi através da técnica de superposição, confeccionar o mapa da dinâmica espacial, também com escala 1:25.000, relativo a estes dois períodos, 1958 e 2007. O procedimento de superposição foi realizado no *software Microstation SE*. Como os dois produtos cartográficos estavam registrados entre si, foi possível, por comparação, distinguir e ilustrar as diferenças apresentadas. Na figura 01, pode-se acompanhar, através de um organograma, os procedimentos adotados na construção do mapa da dinâmica espacial do litoral leste de Aquiraz.

O resultado permitiu a quantificação das alterações ambientais, que ocorreram em virtude de fatores naturais e humanos, nesses quase 50 anos. A análise também contribuiu para o entendimento da dinâmica presente nos campos de dunas, ou melhor, da evolução na área de estudo como um todo.

© Diagnóstico e propostas de manejo

A etapa de elaboração do diagnóstico foi baseada na análise das unidades geoambientais, nos produtos cartográficos e nos trabalhos de campos realizados. O estudo permitiu a identificação das formas de uso e ocupação existentes na área, com os seus principais impactos ambientais e respectivos problemas.

A realização do diagnóstico possibilitou a caracterização das unidades em três diferentes categorias, em relação ao estado ambiental: estável (nível baixo de alteração), instável (nível médio alteração) e crítico (nível alto alteração). Nesta classificação, foram tomados como base os trabalhos de Silva (1998) e Rodriguez et al (2004).

A conclusão do diagnóstico permitiu a elaboração de propostas de gestão adequadas ao uso das unidades geoambientais e a indicação de algumas medidas que poderiam minimizar os impactos ambientais produzidos na área.

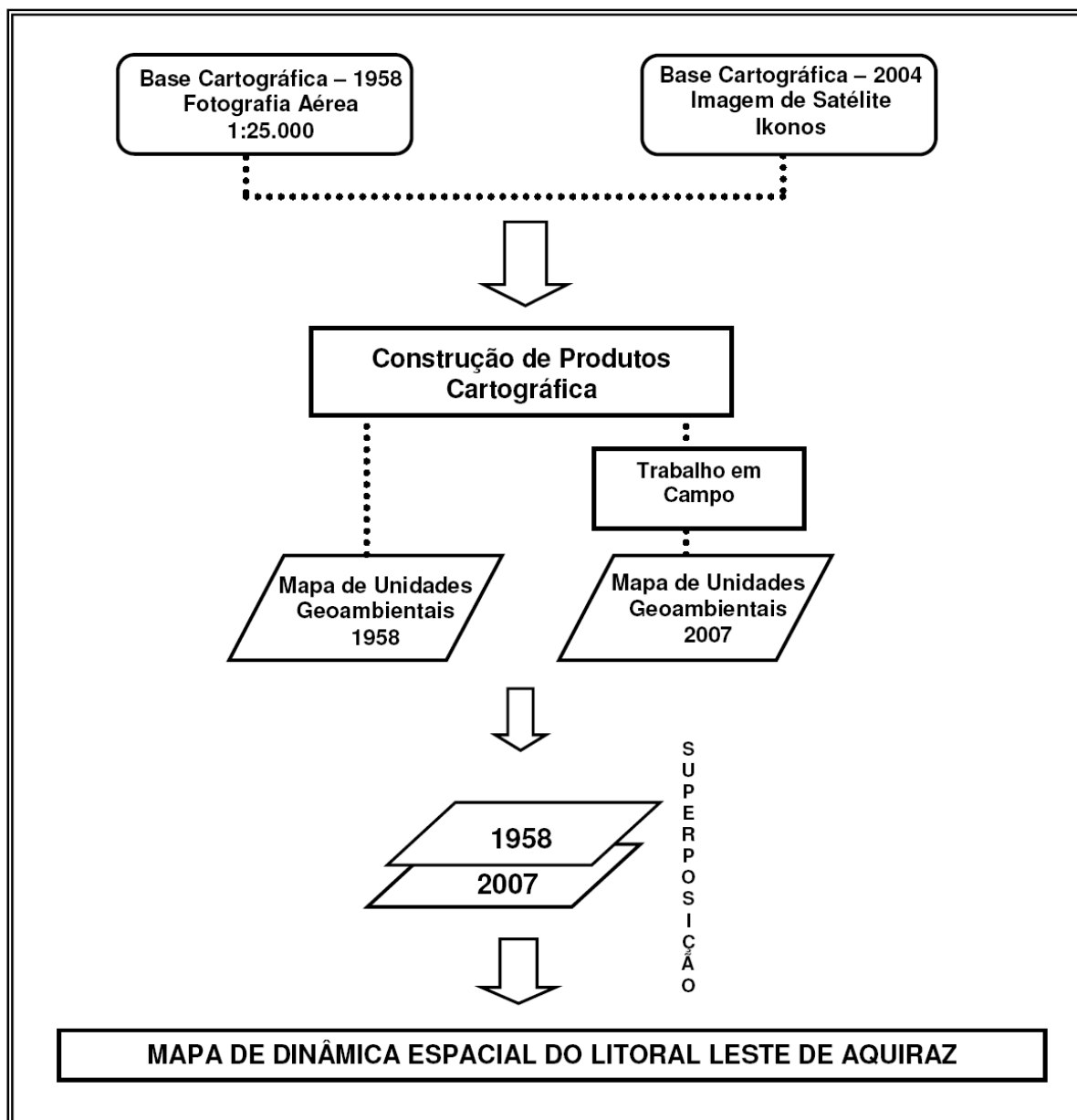


Figura 01: Organograma da construção do Mapa de Dinâmica Espacial do Litoral Leste de Aquiraz.

Adaptado de Oliveira & Nunes, 2005.

CAPÍTULO 3 - A ZONA COSTEIRA CEARENSE

3. A ZONA COSTEIRA CEARENSE

3.1. A evolução da zona costeira cearense

Para entender como se formou a zona costeira, é preciso voltar algum tempo na história geológica. Este capítulo tem como propósito realizar um breve histórico acerca da evolução da zona costeira cearense, para assim compreender como ocorreu a configuração do litoral, a dinâmica atual e a gênese das suas unidades geoambientais.

A evolução da zona costeira cearense está associada ao Holoceno, no entanto, encontra-se vinculada regionalmente a uma geologia mais antiga. O Ceará foi alvo de várias intervenções naturais ao longo do seu passado geológico, para alcançar a atual configuração. A seqüência geocronológica dos fatos data da Orogênese Brasileira (TARSANI, 2000). Ocorreu entre 700-500 Ma com a colisão do megacontinente Panótia e pode ser considerada um marco na formação morfoestrutural regional. A aglutinação de grande magnitude formou a Cadeia Brasileira. Hoje, grande parte dos relevos do estado é considerada resquícios dessa megaestrutura (CLAUDINO-SALES, 2005).

Outro importante episódio geológico na configuração espacial regional, quanto ao litoral, foi a separação do super-continente Gondwana, segmento meridional do megacontinente Pangea, entre 100 e 99 Ma (TARSSINRI, 2000).

A divisão inicialmente promoveu a abertura do Atlântico-Sul, por ponto quente (140Ma). O desenvolvimento desse processo foi interrompido em função da grande espessura da litosfera (raiz da Cadeia Brasileira), funcionando como um ferrolho e impedindo a completa ruptura continental.

Na seqüência, houve à abertura do Atlântico Equatorial para depois a parte setentrional ser separada por deslizamento de placas (margem transformante). A fissão impulsionou a abertura de vários “rifts” intracontinentais, que foram entulhados de sedimentos e promoveram o soerguimento de suas áreas adjacentes (Meruoca, Uruburetama, Baturité, Irauçuba). Os três maiores “rifts” do Estado do Ceará, formados durante este episódio são as cuevas do Cariri, Potiguar e a chapada do Araripe.

Esses eventos atuaram na compartimentação do litoral, através da alternância de áreas deprimidas e elevadas, mudanças na orientação da linha de costa e presença de promontórios. A compartimentação interfere nas estruturas e na dinâmica presente em toda a zona costeira cearense (CLAUDINO-SALES, 2002).

Após expansão do oceano Atlântico, ocorreu o processo de flexura marginal (VANNEY, 2000 apud PUEVAST, 2004). Esse elevou o interior do continente suavemente e nivelou o segmento costeiro com a superfície oceânica.

Os relevos soerguidos, em virtude da elevação, passaram a ser atacados pelas ações intempéricas e erosivas. A alternância climática, entre clima seco (produção de sedimentos por meteorização) e clima úmido (maior pluviosidade), permitiu o transporte do material produzido pelo intemperismo e através de fluxo fluviais catastróficos, deslizamentos, corridas de lama e detritos até a zona costeira. A deposição, entre o Terciário Superior e o Quaternário Inferior, originou a Formação Barreiras. O Barreiras foi atacado pela nova dinâmica fluvial e ação dos processos marinhos, comandados, em particular, pelas variações do nível do mar, logo após sua deposição.

Todos esses eventos influenciaram, de certa forma, na zona costeira cearense. Foi, porém, durante o Holoceno, por meio das ações dos agentes morfológicos, associados às mudanças climáticas e oscilações do nível do mar, que a paisagem litorânea começou a tomar a forma atual.

3.2. Oscilações do nível do mar

As variações climáticas foram de importância fundamental na elaboração do litoral atual. Um dos eventos controlados pelas mudanças climáticas, os quais contribuíram para a formação do litoral cearense, foram as glaciações. Elas influenciaram na regressão e transgressão marinha. Nos períodos de glaciação, o nível do mar baixa e houve uma ampliação da zona costeira; nos intervalos interglaciais, a subida do nível do mar promoveu uma redução da faixa costeira (MEIRELES, 2007).

As flutuações marinhas sofreram variações ao longo do tempo, apresentando um caráter global de subida e descida. As mudanças climáticas junto com as oscilações do nível do mar contribuíram para a formação de um número

expressivo de paisagens (SUGUIO, 2003). As suas formações, contudo, não ocorreram apenas em virtude dos diversos eventos transgressivos e regressivos. A interação entre o continente, a atmosfera e o oceano, juntamente com os fluxos de matéria e energia, foram fundamentais na elaboração da morfologia do litoral (SILVA, 1993; 1998).

Inúmeras causas são propostas para explicar as variações eustáticas, mas os mecanismos que as originaram não são totalmente conhecidos. Vários autores sugerem diferentes teorias, dentre estas cita-se Suguio (1985; 2003), entre outros. Dentre as teorias, as oscilações marinhas ocorridas durante o Quaternário foram influenciadas por eventos climáticos, tectônicos e em razão do geóide.

De acordo com Suguio (2003), as flutuações do mar, em função da natureza climática, ou seja, dos fenômenos glaciais, são conhecidos como glacioeustasia. Nos estágios glaciais (fase de expansão das geleiras), ocorre a retenção de grandes volumes de água no continente e, verifica-se uma descensão marinha. Contrariamente, nos estágios interglaciais (fase de retração das geleiras) há uma diminuição dos volumes de água retidos sobre os continentes, constata-se a ascensão do nível do mar. A atuação destes fenômenos não ocorre simultaneamente no mundo, mas, em virtude das interligações entre os oceanos, mais cedo ou mais tarde, estende-se globalmente.

Na tectônica (tectono-eustasia), apesar de alguns fenômenos apresentarem um caráter global, como a deriva continental, são comuns fenômenos tectono-eustáticos de alcance regional ou mesmo locais, na verdade, podem ser mais evidentes do que os de efeitos globais.

Os fenômenos relativos à deformação na superfície do geóide foram identificados por de satélite. O geóide pode ser definido como a superfície equipotencial que seria assumida pela superfície do mar nas ausências das marés, variações de densidade da água, correntes e efeitos atmosféricos. Embora o eustatismo geoidal possa ser um fenômeno relativamente lento, os seus efeitos, são relevantes em prazos longos. Existem outros fatores causadores de variações eustáticas; são de natureza muito limitada, em termos de escalas temporal e/ou espacial, como os fenômenos meteorológicos e os efeitos de compactação diferencial ou de assoreamento por sedimentos.

Para evidenciar como as oscilações do nível do mar, juntamente com as variações climáticas, que contribuíram na evolução da zona costeira cearense, é

necessário realizar um estudo, de acordo com as considerações de vários autores, dentre os quais estão: Bigarella (1975), A'bSaber (1979), Bittencout et al.(1979), Martin et al. (1982), Suguio et al. (1985; 2003), Meireles (2007) e Meireles & Maia (1998).

1º Estádio: início da Formação Barreiras

O clima predominante nessa época possibilitou a deposição da Formação Barreiras. Era semi-árido, com alternâncias de períodos com chuvas esporádicas e catastróficas, transportando os sedimentos erodidos das rochas até a plataforma continental atual. A deposição da Formação Barreiras, entre o Mioceno-Plioceno, ocorreu em forma de leques coalescentes e foi suspensa pelo retorno na região de condições climáticas mais úmidas. Ao final da deposição ocorreu a chamada Transgressão Antiga, ou melhor, um avanço do nível do mar de possível idade Pleistocênica (MEIRELES, 2007).

2º Estádio – 1º Nível Marinho: erosão do barreiras e formação de falésias

A transgressão mais antiga, ocorrida antes de 123.000 anos A.P, provocou a erosão dos leques sedimentares nas suas porções mais externas, ocasionando a formação de linhas de falésia.

Trata-se de um evento mal definido, pois não existem afloramentos atribuídos, com precisão, a esta transgressão (SUGUIO et al 1985 apud MEIRELES, 2007).

3º Estádio – formação de campos de dunas

Após essa transgressão, ocorreu uma regressão no intervalo entre 123.00 e 120.00 A.P, onde o nível do mar, situava-se entre 80 e 90 metros abaixo do nível médio atual. Nesse estádio, o clima retornou a ser semi-árido. Tal fato diminuiu a cobertura vegetal da Formação Barreiras e expôs o seu solo aos processos de intemperismo e erosão. O material erodido foi transportado até o sopé

das falésias. Os sedimentos mais superficiais foram localmente trabalhados pela ação eólica, favorecendo a formação de dunas.

4º Estádio – 2º Nível Marinho : recuo da linha de falésia

O segundo nível marinho elevado ocorreu por volta de 120.000 anos A.P. e foi denominado Penúltima Transgressão. A subida do mar atingiu o seu máximo de 2 a 8 metros, acima do seu nível atual. No litoral cearense, as evidências dessa subida foram encontradas somente, na porção leste do Estado, no Município de Icapuí. (MEIRELES, 2007).

A Penúltima Transgressão erodiu os leques aluviais depositados ao longo do Pleistoceno e na fase posterior. Na maior parte da zona costeira, houve erosão da Formação Barreiras, com recuo da linha de falésias.

5º Estádio – Período de Regressão

Após o segundo movimento transgressivo, durante a última grande glaciação, o nível do mar ficou em posição relativa de 170 a 180 m abaixo do nível atual. Estima-se que esse fato ocorreu por volta de 16.000 anos A.P.

Neste período, desenvolveu-se uma extensa planície costeira sobre a plataforma atual, onde se instalaram os sistemas fluviais com meandros, estuários, terraços marinhos, planícies fluvio-marinhas, lagoas e gerações de dunas.

6º Estádio – 3º Nível Marinho: Planícies Costeiras Recentes

Depois dessa regressão, após 7.000 anos A.P., o mar alcançou um máximo de 5m acima do nível médio atual, para a costa leste e parte do Nordeste brasileiro (MEIRELES, 2007). O evento é denominado por alguns autores como Transgressão Flandriana.

As variações relativas do nível do mar de pequena amplitude e grande duração, a partir de 5.100 anos A.P., também foram muito importantes no desenvolvimento das porções mais recentes das planícies costeiras brasileiras (MARTIN et al., 1993 apud MEIRELES, 2007)

7º Estádio – Novos Depósitos Eólicos

Após a pequena subida de apenas 5 metros acima do nível atual, houve novamente uma regressão. O fato permitiu nova deposição que formou os Terraços Marinheiros Holocênicos. Os ventos, mais uma vez, trabalharam os sedimentos das praias dando origem a novos campos de dunas. A dinâmica eólica retrabalhou os sedimentos e reforçou o barramento dos cursos fluviais, possibilitando melhor delimitação das lagoas e lagunas presentes na zona costeira cearense (SUGUIO 2003).

8º Estádio – Os Terraços Marinheiros Holocênicos

Após flutuação, ocorreram várias pequenas variações ao longo do Holoceno. De acordo com Suguio (2003), o nível do mar descendeu progressivamente até a posição atual, mas passou antes por duas fases de oscilações entre, 4.100 a 3.600 anos A.P. e entre 3.000 a 2.500 anos A.P. Durante este período, foi possível reconhecer até três gerações de terraços holocênicos, correspondentes a três estádios de emersão posteriores a 5.1000 anos A.P.

3.3. Dinâmica litorânea

Além das variações eustáticas, outros agentes de caráter climático participaram da formação e da dinâmica da zona costeira. Dentre eles, citam-se: a ação eólica, as ondas, as marés e as correntes litorâneas, todos agindo de forma integrada.

A ação eólica é um fenômeno importante na dinâmica litorânea. Os ventos provocam erosão das praias e falésias, removendo e transportando as areias destes locais, para depositar em outros, onde haja obstáculos, formando, assim, as dunas. O vento é fundamental na construção da morfologia do litoral e de suas unidades geoambientais sendo as suas modificações de intensidade e direção (SILVA, 1993) importantes na formação da zona costeira cearense.

O regime eólico no litoral cearense é controlado basicamente pelos alísios, que atingem a costa vindos do quadrante leste. No primeiro semestre do

ano, os alísios predominantes são os de NE, eles se deslocam a uma velocidade média de 4m/s. No segundo semestre, os ventos dominantes são os alísios de SE, chegam a atingir uma velocidade média de 7m/s (MAIA, 1998). Ao longo de todo o ano, ocorre também a penetração de alísios de leste. Estes três alísios, interagindo com as brisas marítimas e terrestres, formadas diariamente e com direção paralela à linha de costa, produzem a direção do vento largamente orientado para leste (CLAUDINO-SALES, 2005).

As ondas assumem uma importante participação na configuração do litoral. Atuam na formação da linha de costa, através de sua ação erosiva, no transporte e deposição de sedimentos. Na formação das ondas, o fator determinante é a ação mecânica do vento sobre as águas marinhas. A velocidade e direção do vento condicionam as alturas e periodicidades das ondas, influenciando diretamente na dinâmica litorânea. No Ceará, as ondas têm direção E e SE, apresentam altura significativa de 1,1m, com frequência de 5s e período de 15m (MAIA, 1998).

As correntes provocadas pelas marés agem intensamente no litoral. Quando as marés mudam o sentido duas vezes ao dia, são conhecidas como marés diurnas e quando se modificam quatro vezes, são as semidiurnas. Elas atuam nos regimes de salinidade, pH das águas e no nível do regime hídrico dos ambientes litorâneos, como lagunas, marismas e estuários, conforme as suas variações (SILVA, 1993). No litoral cearense, a maré é semidiurna, ocorrendo a preamar ou baixa-mar duas vezes ao dia, as suas cotas médias são de ordem de 2,9m (CLAUDINO SALES, 2005).

Nas oscilações das marés, além do nível de preamar e baixa-mar, também é observado o nível de temporal. Enquanto os níveis de maré baixa e maré alta têm suas variações determinadas pela fase da lua (as grandes oscilações sucedendo nas fases de luas cheias e novas e as pequenas ocorrendo nas fases de quarto crescente e minguante, além de uma variação semestral relacionadas com os solstícios e equinócios), o nível de temporal é determinado por condições meteorológicas e principalmente, pela ação eólica (SILVA, 1993).

Impulsionada pelos ventos, marés e pela incidência oblíqua das ondas nas praias, ocorre uma forte corrente marinha, próximo à costa e quase paralela, chamada de deriva litorânea ou corrente longitudinal. A deriva litorânea desloca-se com velocidade média de 0,45m/s, apresentando direção dominante L-W e SE-NW (CLAUDINO-SALES, 2005). Ao deslocar-se, transporta junto os sedimentos estão

em suspensão na água e os em repouso nas praias, na ante-praia e na plataforma continental interna.

Essas correntes podem agir de modos diferentes sobre as praias. Quando a deriva litorânea deposita mais do que transporta, produz processo de engorda da praia; quando transporta mais do que deposita, produz um processo de erosão. Também pode simplesmente alimentar as praias em um regime de equilíbrio dinâmico, no qual, ao final de um período anual, a quantidade de areia transportada em um setor é relativamente igual ao da areia depositada (MAIA, 1998).

Outros fatores são importantes na elaboração da morfologia do litoral, como: a orientação da linha de costa e a topografia. A orientação da linha de costa influi diretamente na direção dos ventos, na ação e dimensão das ondas e nas correntes marinhas, alterando assim a dinâmica da deriva litorânea (SILVA, 1993).

As influências topográficas contribuem na formação de algumas feições litorâneas. Em áreas de costas rasas ou com obstáculos como promontório, molhes hidráulicos (desembocaduras de rios), ilhas, enseadas e espigões há uma maior deposição de sedimentos, em virtude da redução da velocidade e da interrupção da dinâmica litorânea (CLAUDINO SALES, 2005).

As considerações realizadas até o momento estão mais relacionadas com a dinâmica e evolução da zona costeira. A intensidade dos processos morfogênicos, associados com a diversidade de fatores que os provocam, produz modificações constantes da morfologia litorânea. A morfologia é mais um aspecto a ser analisado por este trabalho. As alterações na fisiografia do litoral podem ser observadas em diferentes ritmos, diários, sazonais ou episódicos.

Segundo Pires Neto (1978), em razão desse fato é possível diferenciar quatro partes principais quando se observa um perfil transversal do litoral (figura 02).

© **Ante-praia (*offshore*):** inclui todas as áreas submersas, do ponto recoberto pela maré mais alta até as profundidades onde sejam praticamente nulos os movimentos de sedimentos das praias, além da zona de arrebentação.

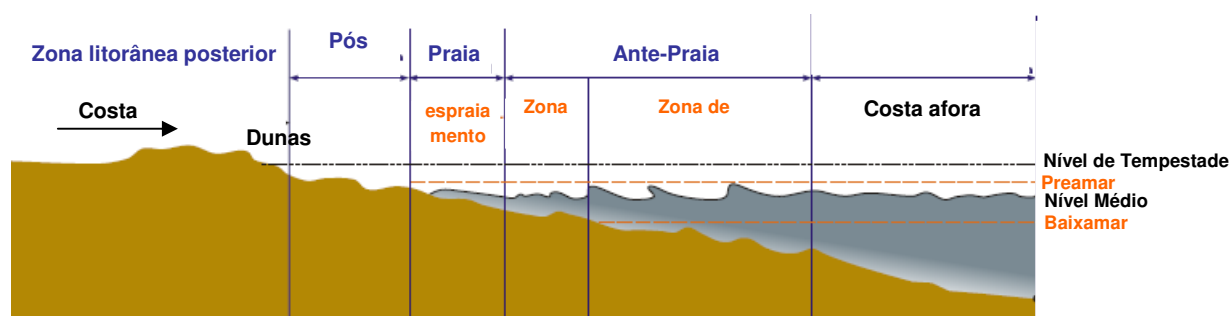
© **Praia (*foreshore*) ou estirâncio:** é a área inserida entre os níveis de oscilação da preamar e baixa-mar, incluindo a zona de surfe e espraiamento (fluxo e refluxo das ondas).

© **Pós-praia (*backshore*) ou berma:** são as superfícies localizadas logo acima do nível normal de preamar, podendo ser inundadas pelas marés altas excepcionais ou

ondas durante temporais. Podem estar ausentes de determinadas configurações do relevo litorâneo.

© **Zona litorâneas posteriores:** variam conforme a diversidade fisiográfica de cada litoral, tais como: os campos de dunas, falésias, manguezais ou marismas.

Figura 02 - Perfil esquemático transversal do litoral.



Adaptado TESSLER & MAHIQUES, 2000.

3.4. Síntese das condições geoambientais do litoral do Ceará

Para encerrar o capítulo, será realizada uma síntese das condições geoambientais. O principal propósito é caracterizar as condições geológicas, pedológicas, hidroclimáticas, fitoecológicas, formas de uso e ocupação, entre outros aspectos da zona costeira cearense. A finalidade é conjugar, no decorrer da pesquisa, essas informações com outros elementos trabalhados.

As características gerais do litoral cearense, aqui apresentadas, estão baseadas em estudos realizados por: Silva (1993; 1998), Souza (1988), Claudino-Sales (2002; 2205), Maia (1998), IPLANCE (1995), FUNCEME (1974 - 2005).

O litoral do Estado do Ceará está localizado entre as longitudes 37° 12' a 41° 25'W e as latitudes 2° 52' a 4° 45'S, possuindo uma extensão de 573 km, entre os Estados do Rio Grande do Norte a SE e do Piauí a NW. Está inserido, segundo a classificação de Souza (1988), no "Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos". Domínio este que é constituído pelos tabuleiros litorâneos, modelados sobre os sedimentos tercióquaternários da Formação Barreiras, os quais estão à retaguarda dos depósitos holocênicos da planície litorânea, como dunas, praias, planícies fluvio-marinhas e aluviões.

Os principais tipos de solo encontrados ao longo da faixa litorânea cearense podem ser identificados em dois principais grupos: as areias quartzosas marinhas e os gleissolos.

Em relação ao quadro climático, a circulação atmosférica está vinculada em seu conjunto a três principais sistemas geradores de precipitação: os sistemas frontais (frentes frias), com formação original no Pólo Sul, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável em função das suas oscilações pela penetração de massas úmidas e o Centro de Verticalidade Ciclônica, com uma ação variável quanto ao período de chuvas. Na zona costeira, há outros sistemas de menores níveis de abrangência, que provocam linhas de instabilidade e induzem a formação de brisas marinhas. Esses sistemas permitem situações de clima diferenciadas no litoral, ou seja, mais ameno, com relação ao interior, onde predominam condições de semi-aridez.

Segundo a classificação de Koppen, a costa cearense possui um clima do tipo Aw' – clima tropical chuvoso. Corresponde ao macro clima da faixa costeira, sendo quente e úmido com chuvas concentradas no período de verão/outono. Na análise climática de Gaussen, o clima é classificado como 4bth – termoxeroquimênico médio – tropical quente, com um período de estiagem prolongando-se de cinco a seis meses e um índice xerotérmico entre 100 e 150.

Nos valores médios de temperatura, de acordo com FUNCEME, não há grandes flutuações nos valores térmicos, sendo julho o mês com a menor média (26,1°C) e dezembro o de maior (27,5°C), correspondendo a uma variação de 1,4°C. A pouca oscilação da temperatura, decorre do caráter tropical da região e de sua proximidade com a linha do equador.

Os valores de insolação também não se apresentam muito variáveis (média de 292,1 horas/mês e mínima de 162,8 horas/mês), exibindo um decréscimo de horas de radiação solar durante os meses de fevereiro, março e abril, período de maior nebulosidade e precipitações.

Em decorrência da elevada temperatura e da insolação constantes durante o ano todo, a perda de água por evaporação é muito significativa, chegando a uma média máxima mensal de 174,4mm em outubro e mínima de 76,4mm no mês de abril.

As precipitações têm grande importância na caracterização climática do litoral, pois possuem caráter bastante irregular, seja em médias diárias, mensais ou

anuais. Configuram no decorrer de cada ano apenas duas estações, uma delas com chuvas de curta duração, que correspondem a mais de 90% da pluviosidade anual, ocorrendo no período de janeiro a junho e de julho a dezembro, considerado como período de estiagem.

A umidade relativa do ar é influenciada diretamente pelo período chuvoso, apresentando um perfil similar aos das variações pluviométricas, com valores máximos em abril e mínimos em dezembro.

Outro fator observado é a relação entre o período das chuvas, com a diminuição da velocidade dos ventos. No período de estiagem, os ventos atingem maiores velocidades, principalmente no mês de setembro com 4,4m/seg. Durante os meses de março e abril, período de maior pluviosidade, sua velocidade média não supera os 2,4m/seg. Os ventos apresentam direções predominantes de SE, ESSE e E e média anual de 3,4m/seg.

Considerando todos os fatores climáticos, são as chuvas, os ventos e as ondas os principais agentes que influenciam a paisagem costeira. Em função das irregularidades, intensidade e concentração das chuvas ao longo dos anos, é possível perceber contraposição de ações na dinâmica da paisagem. Em virtude da predominância pluviométrica, em apenas um período do ano, há um aumento da cobertura vegetal, da drenagem e da umidade dos solos neste intervalo. No restante do ano, prevalecem a ação eólica, o transporte de sedimentos e a erosão das falésias.

Quanto à vegetação presente na faixa litorânea do Ceará, as principais formações encontradas são: vegetação pioneira psamófila, a vegetação subperenifolia de dunas e a vegetação perenifolia paludosa marítima de mangue (SILVA, 1998).

A vegetação pioneira psamófila é uma associação vegetal constituída predominantemente por espécies herbáceas e reptantes de pequeno porte, formando um único estrato rasteiro. Essa vegetação desenvolve-se na faixa de pós-praia, iniciando a ocupação vegetal das dunas móveis.

A vegetação subperenifolia de dunas ocupa as áreas de dunas fixas ao longo do litoral cearense. É constituída por uma formação vegetal de maior porte, de fisionomia arbustiva e arbórea. Essa cobertura vegetal adquire papel fundamental como agente bioestabilizador das dunas, reduzindo o avanço de seus sedimentos rumo ao interior.

A vegetação perenifólia paludosa marítima de mangue desenvolve-se nas superfícies de inundação das planícies fluvio-marinhas, em alguns braços de mar ou lagunas. Apresenta fisionomia arbórea, formada por diferentes associações florísticas e depende da natureza do substrato, da distância em relação à água e o nível de salinidade. Essa cobertura vegetal atua no equilíbrio dos processos geomorfogênicos da planície fluvio-marinha, diminui o avanço de dunas sobre os cursos d'água e contribui na manutenção da linha de costa, além de ser um habitat natural para várias espécies faunísticas.

O litoral cearense apresenta fauna rica e diversificada. Um dos fatores que contribuem para tal fato é, principalmente, a variedade dos ambientes, como os anfíbios, os aquáticos e os terrestres.

Entre os principais grupos faunísticos pode-se mencionar moluscos, crustáceos, peixes, répteis, aves e mamíferos. A composição e a distribuição desses animais em relação aos habitats locais são bastante diferenciadas, contudo existe um deslocamento das espécies entre os vários ecossistemas (Silva, 1998).

Em relação às formas de uso e ocupação, o litoral cearense é alvo de transformações contínuas ao longo das últimas décadas. As alterações ocorrem desde a época da Colonização, quando ainda existia um exuberante conjunto paisagístico litorâneo.

A ocupação humana ocorreu de forma bastante heterogênea e os primeiros problemas sócio-ambientais datam do século XVIII, quando o Ceará passou a ser utilizado como entreposto para o gado. As águas dos rios próximos ao litoral foram, pouco a pouco, sendo poluídas com o avanço das técnicas empregadas na utilização do gado.

Primeiro o charque, depois os curtumes, e, assim, os estuários, principalmente dos rios Jaguaribe e Coreaú, desaguavam no mar, mais e mais, águas poluídas. O desmatamento dos manguezais, tabuleiros e florestas dunares, primeiro, para construção civil e produção de lenha, depois, para olarias e padarias, nos séculos XIX e XX, acompanhou o crescimento das cidades costeiras e contribuiu para a degradação do litoral.

Deve-se acrescentar as atividades de produção agrícola, como forma de modificação da paisagem natural. Os terrenos periféricos aos cursos d'água foram objeto, inicialmente, das maiores transformações pelo uso agrícola, em razão do seu potencial de disponibilidade hídrica no solo.

Atualmente, a especulação imobiliária e o turismo agravam o contexto de transformação do litoral. Em função do turismo, algumas localidades praianas passaram, temporariamente, a ter um caráter urbano. Esse tipo de uso resulta em alterações substanciais no seu conjunto paisagístico. Percebe-se, de forma geral, que há um incentivo do Poder Público no sentido de estimular o turismo e aumentar o crescimento econômico. As atividades turísticas e o crescimento econômico, no entanto, devem vir atrelados a medidas que garantam uma conservação do meio ambiente e bem-estar da população.

Dessa forma, como não é possível reverter algumas alterações concretizadas na paisagem litorânea, é preciso então tomar consciência e, daqui em diante tentar minimizar esse quadro com medidas adequadas de uso e ocupação.

CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Localização da área de pesquisa

A área de pesquisa localiza-se no setor leste costeiro de Aquiraz. Esse Município encontra-se inserido na Região Metropolitana de Fortaleza, localizado no setor nordeste do Ceará, distante cerca de 21 km da Capital em linha reta. Limita-se a norte com o oceano Atlântico, a sul com os Municípios de Horizonte, Cascavel e Pindoretama, a leste com Eusébio e a oeste com o Município de Itaitinga.

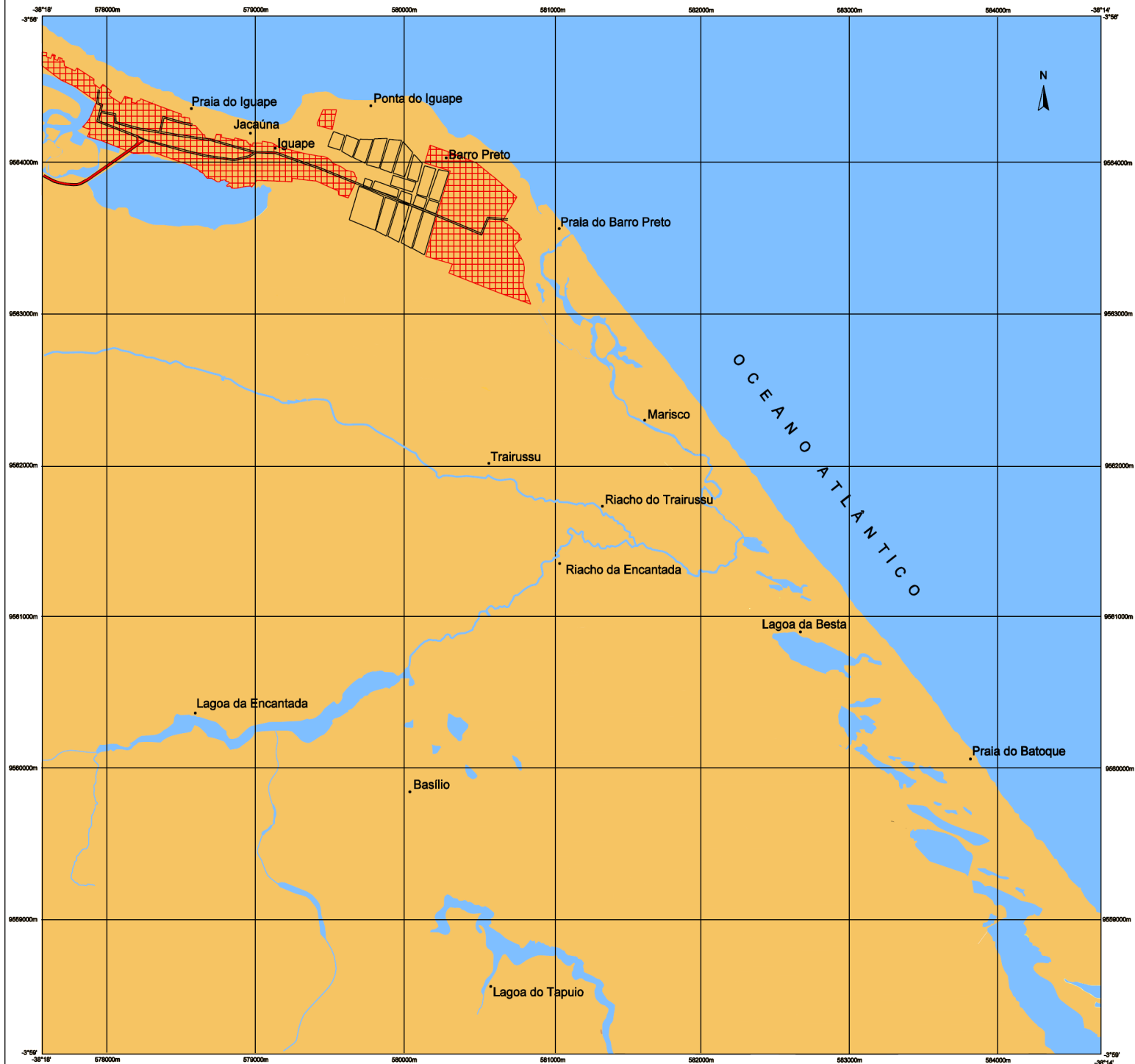
Em Aquiraz, área de estudo, localiza-se no Distrito de Jacaúna (sede - Iguape), no setor leste, situando-se entre as coordenadas 3°56'34''S a 3°59'37''S de latitude e 38°18'37''WGr a 38°14'05''WGr de longitude, abrangendo as praias do Iguape e Barro Preto e parte da praia do Batoque, além de uma área do tabuleiro litorâneo, onde está situado a comunidade Terra Indígena do Jenipapo-Kanindé (maoa 01).

O acesso ao Distrito de Jacaúna é realizado através da BR-116 e pela rodovia estadual CE-040. Ao chegar à sede do Distrito, pode-se percorrer de automóvel por uma estrada de calçamento até a comunidade do Barro Preto. Uma outra alternativa é a faixa de praia, desse modo, também é possível ter acesso à praia do Batoque.

O acesso à Terra Indígena Jenipapo-Kanindé não possui muitas opções, visto que é realizado apenas por uma estrada sem pavimentação. Da entrada, na rodovia estadual, até a comunidade são, aproximadamente, 8 km.

4.2. Condicionantes geoambientais

A análise geoambiental teve como propósito caracterizar os sistemas físico-naturais que compõem a área de estudo. O procedimento é fundamental para a compreensão dos diferentes componentes ambientais e das suas inter-relações. Esse tipo de análise consiste no estudo das condições geológicas e geomorfológicas, associadas às condições climáticas e hidrológicas e, igualmente, ao solo e à vegetação.



Universidade Federal do Ceará
 Departamento de Geografia
 FUNCAP

Programa de Pós Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa: Estudo sócioambiental da Zona Costeira

Título da Dissertação: As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental

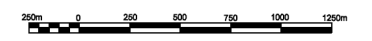
Mestranda: Geisa Silveira do Nascimento
 Orientador: Edson Vicente da Silva

Mapa 01 - Localização da Área de Pesquisa

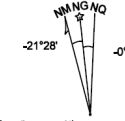
LEGENDA

- Recursos hídricos
- Estrada com pavimentação
- Estrada sem pavimentação
- Área urbana
- Loteamento

Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator

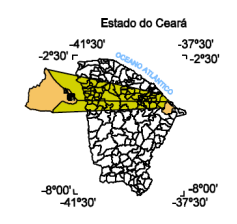


Declinação Magnética em 2007
 Convergência Meridianos do Centro da Folha



A declinação magnética cresce -0°02'02'' anualmente

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Os componentes ambientais estão apresentados de maneira relativamente compartimentada, mas não significa que a análise integrada esteja sendo desconsiderada, pelo contrário, esse foi o primeiro passo para uma compreensão sistêmica da estrutura e do funcionamento geoambiental da área em questão.

4.2.1. Aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos

A área de pesquisa, em termos geológicos e de acordo com estudos de Brandão (1995), Silva (1987) e o PDDU de Aquiraz (2001), caracteriza-se pela presença de coberturas sedimentares cenozóicas e é composta basicamente pelas seguintes unidades litoestatigráficas: dunas, depósitos aluvionares e Formação Barreiras, de cronologia pliopleistocênica.

Na maior porção da área, predomina o domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos holocênicos. Esses podem ser identificados nas praias, nas dunas, ao longo dos rios, nas aluviões e manguezais. Em pequenos trechos, é possível encontrar depósitos sedimentares cenozóicos, constituídos pelas exposições da Formação Barreira, sobreposta ao embasamento cristalino do Pré-cambriano (Figura 03).

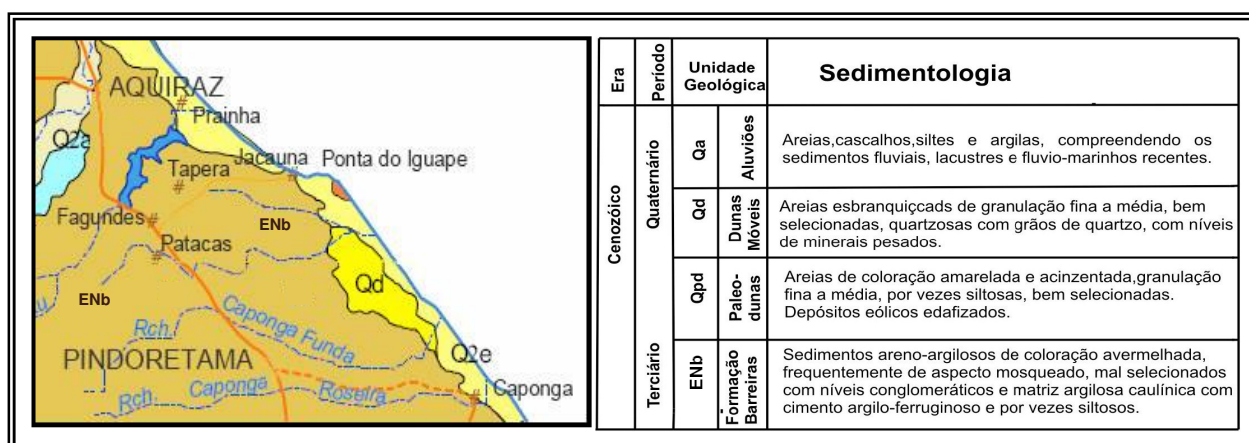


FIGURA 03 - Esboço Geológico de Aquiraz.

Adaptado do mapa geológico digital da CPRM, 2003.

A paisagem natural da área, do ponto de vista geomorfológico, compreende as unidades geoambientais. De acordo com o PDDU de Aquiraz (2001) e a compartimentação morfoestrutural de Souza (1988), estas unidades se

encontram inseridas dentro de depósitos sedimentares cenozóicos, sendo os seguintes: planície litorânea e tabuleiro litorâneo.

© **Planície litorânea**

Suas feições morfológicas são compostas pela faixa de praia e pós-praia, planícies fluviomarinhas, campo de dunas móveis e fixas, resultantes de processos de acumulações eólicas, marinhas e fluviais, isoladas ou em conjunto.

A planície litorânea, na área de estudo, é a unidade com maior expressão espacial. Apresenta maior fragilidade ambiental e possui grande potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas. Essas áreas estão sujeitas aos impactos provocados, principalmente, pela ação de tensores naturais, como a deriva litorânea e as estações de chuva e estiagem.

© **Tabuleiro litorâneo**

O tabuleiro litorâneo está modelado na Formação Barreiras, cujos sedimentos são de origem continental. Conformam-se em baixa amplitude altimétrica, inferior a 15 m, com fluxo de drenagem lento. Dentro da área de pesquisa, os tabuleiros acompanham a linha de costa, estando localizados à retaguarda dos campos de dunas.

A pedologia teve como base o novo Sistema de Classificação de Solos Brasileiros proposto pela EMBRAPA em 1999, e a definição de cada tipo de solo foi auxiliada pelo trabalho de Brandão (1995).

A identificação dos solos tem grande importância, baseado na classificação, é possível propor as medidas de uso e ocupação, respeitando os limites e as potencialidades, de maneira que não venham agredir o meio ambiente.

Na área estudada, podem ser identificados três tipos de solos: os neossolos quartzarênicos encontrados principalmente nas praias, pós-praias e dunas. Os neossolos flúvicos, encontrados à beira de cursos fluviais e os gleissolos ou solos indiscriminados de mangues, presentes nas planícies fluviomarinhas.

© Neossolos quartzarênicos, (areias quartzosas marinhas e distróficas)

São solos arenosos, muito profundos e pouco evoluídos. O horizonte A é assentado diretamente sobre um horizonte C, muito espesso. Normalmente, são encontradas nos ambientes de praia, pós-praia e dunas, sendo originados de sedimentos arenoquartzosos quaternários, influenciados por deposição marinha e transporte eólico.

Morfologicamente, são bastante homogêneos, com profundidade efetiva maior que 200 cm. A textura está relacionada ao material de origem (quartzitos). Fisicamente, a textura é arenosa, com no máximo 140g kg^{-1} de argila (14%). Trata-se de um solo excessivamente drenado. Quimicamente é distrófico e a capacidade de retenção de água desses solos é reduzida, variando de $0,3$ a $0,4\text{mm cm}^{-1}$ (ou 3 a 4%).

Quanto ao potencial agrícola, são poucos aproveitados, pois apresentam baixa fertilidade natural, textura muito arenosa, e ainda oferecem limitações em razão da falta de água. É possível encontrar, neste tipo de solo, os cultivos de cajueiro (*Anacardium occidentale*), coqueiros (*Cocus nucifera*), batata (*Ipomoea batatas*) e a mandioca (*Manihot esculenta*).

© Neossolos flúvicos (solos aluviais)

Os neossolos flúvicos referem-se aos antigos solos aluviais. São pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes. Apresentam horizonte A, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si; não possuem um horizonte B diagnóstico.

Provém de deposições fluviais recentes de natureza diversa, distribuindo-se ao longo das planícies dos rios. Morfologicamente, apresentam coloração cinzento-escura no horizonte A moderado e bruna no horizonte C. Fisicamente apresentam variabilidade no teor de argila com a profundidade. São imperfeitamente drenados e quimicamente podem ser distróficos, com saturação por bases de 7%.

Em relação ao potencial agrícola, possuem grande potencial produtivo, apresentam alta fertilidade natural e são aproveitados para diversas culturas. São

utilizados pelos índios Jenipapos-Kanindés para a plantação de batatas, feijão, milho, etc.

© Gleisolos (solonchak solonético e solos indiscriminados de mangues)

São solos hidromórficos, os quais ocupam algumas partes da paisagem sujeitas às inundações periódicas das marés. Estão representados pela planície fluviomarinha e são considerados mal ou muito mal drenados. Apresentam espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada), resultante de ambiente de oxi-redução.

Os atributos físicos indicam textura argilosa, com valores de argila de 44 a 51%. São solos de consistência plástica e pegajosa. Normalmente, têm estrutura maciça bem coerente. Quanto aos atributos químicos, os gleisolos da região são distróficos, com teor médio de alumínio, elevados teores de salinidade e de enxofre. Por possuírem excesso de água e elevada salinidade, o uso agrícola desses solos é considerado impróprio.

4.2.2. Condições climáticas

A cidade de Aquiraz tem condições climáticas similares à da cidade de Fortaleza. De acordo com a classificação de Köppen, estão situadas em uma zona de transição entre os tipos climáticos As' – quente e úmido, em função da elevada precipitação, e BSh - semi-árido quente, em virtude da forte evaporação. Esses tipos climáticos, com localização litorânea, recebem influências tanto das massas de ar advindas do oceano Atlântico, como dos ventos alísios de leste e nordeste e das brisas marítimas e continentais, além da importante influência da Zona de Convergência Intertropical, responsável pelos períodos secos e chuvosos.

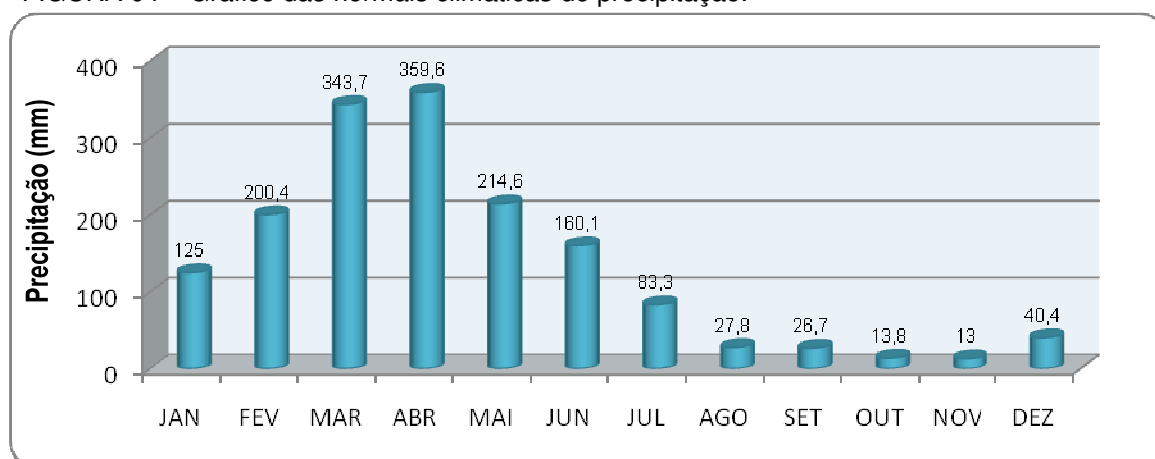
Em razão da semelhança entre alguns dados climáticos entre Fortaleza e Aquiraz, como precipitação, e temperatura e pela inexistência de todas as variáveis do clima de Aquiraz, serão utilizados, neste caso, os dados meteorológicos de Fortaleza, do período de 1976 a 2005, para complementar a caracterização da área de estudo.

Os dados climáticos utilizados, como precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, insolação, bem como velocidade e direção atuantes dos ventos, foram obtidos junto à Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e na estação climática localizada no *Campus* do Pici, da Universidade Federal do Ceará.

A precipitação pluviométrica apresenta valores altos, cerca de 1600 mm/ano, mesmo sob a predominância de um clima subúmido. Tal fato ocorre pela localização do Município na zona costeira, onde alguns sistemas de menor abrangência provocam linhas de instabilidade. Estes induzem a formação de brisas marinhas que levam situações de clima mais ameno no litoral, com relação ao interior, onde predominam condições de semi-aridez.

A irregularidade das chuvas é outro fator de forte influência climática. O período chuvoso encontra-se concentrado nos primeiros meses do ano, enquanto o segundo semestre se caracteriza por menor incidência pluvial. Essas peculiaridades podem ser observadas na figura 04, onde este demonstra menor concentração de chuvas entre os meses de julho e dezembro.

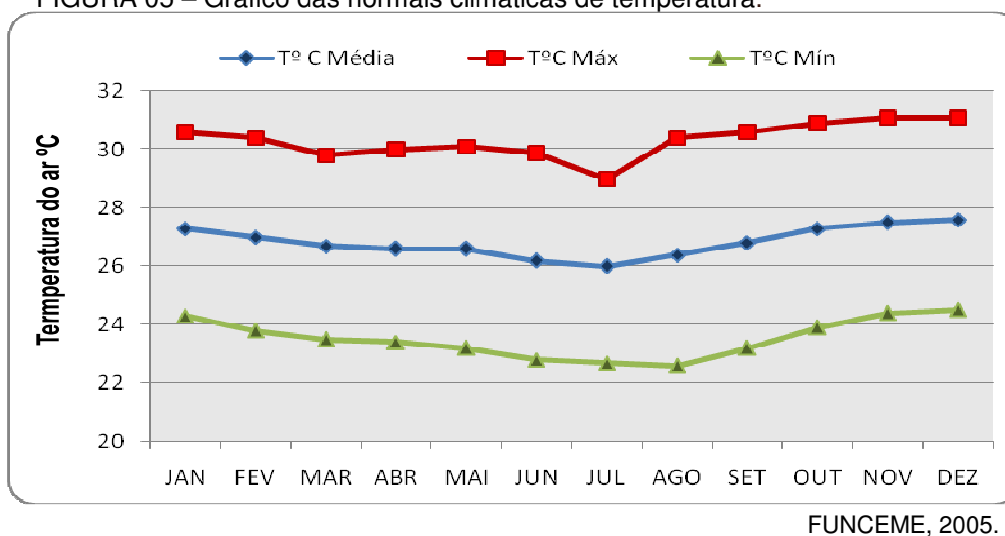
FIGURA 04 – Gráfico das normais climáticas de precipitação.



FUNCEME, 2005.

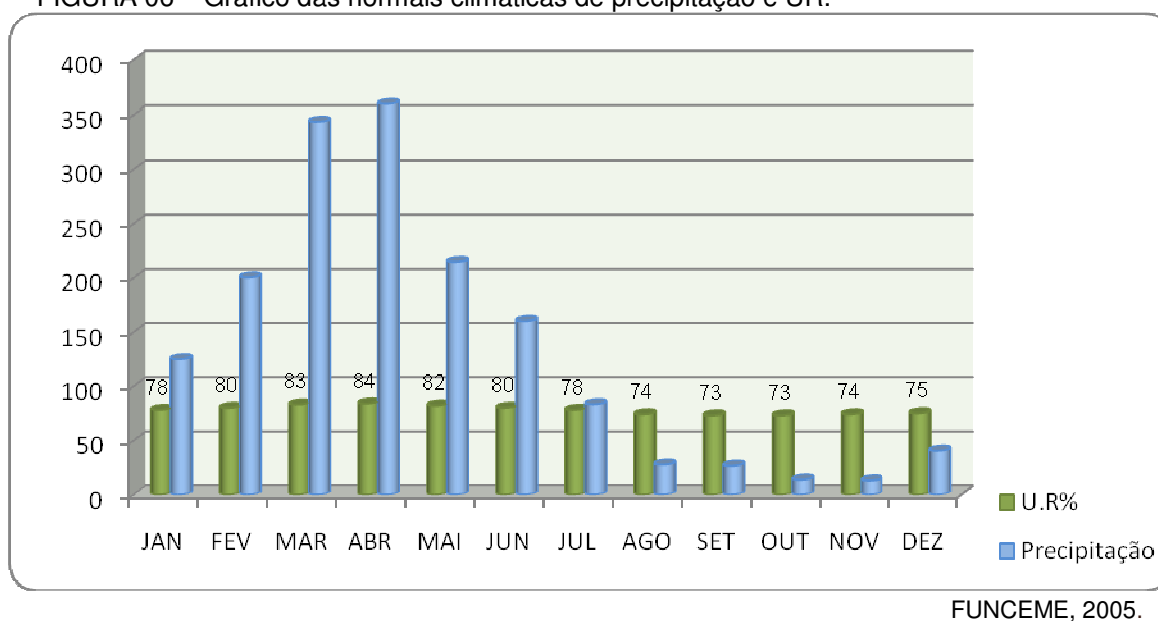
A temperatura média está em torno de 27° C, ocorrendo pequena variação ao longo do ano. Através da análise da figura 05, é possível perceber que a temperatura é elevada durante todo o ano. Os valores máximos estão associados aos meses de menor incidência pluvial e as menores temperaturas ocorrem nos períodos de precipitação, em função da maior intensidade das chuvas e por causa da maior formação de nuvens neste período.

FIGURA 05 – Gráfico das normais climáticas de temperatura.



A umidade relativa do ar é influenciada pelos índices pluviométricos. Esse parâmetro é diretamente proporcional à quantidade de chuvas. Nos períodos em que há maior índice pluviométrico, os valores da umidade relativa são mais elevados. Na figura 06, é possível confrontar a UR e a variação pluviométrica. O valor máximo de umidade relativa do ar é no mês de abril e os mínimos são entre os meses de agosto a dezembro.

FIGURA 06 – Gráfico das normais climáticas de precipitação e UR.

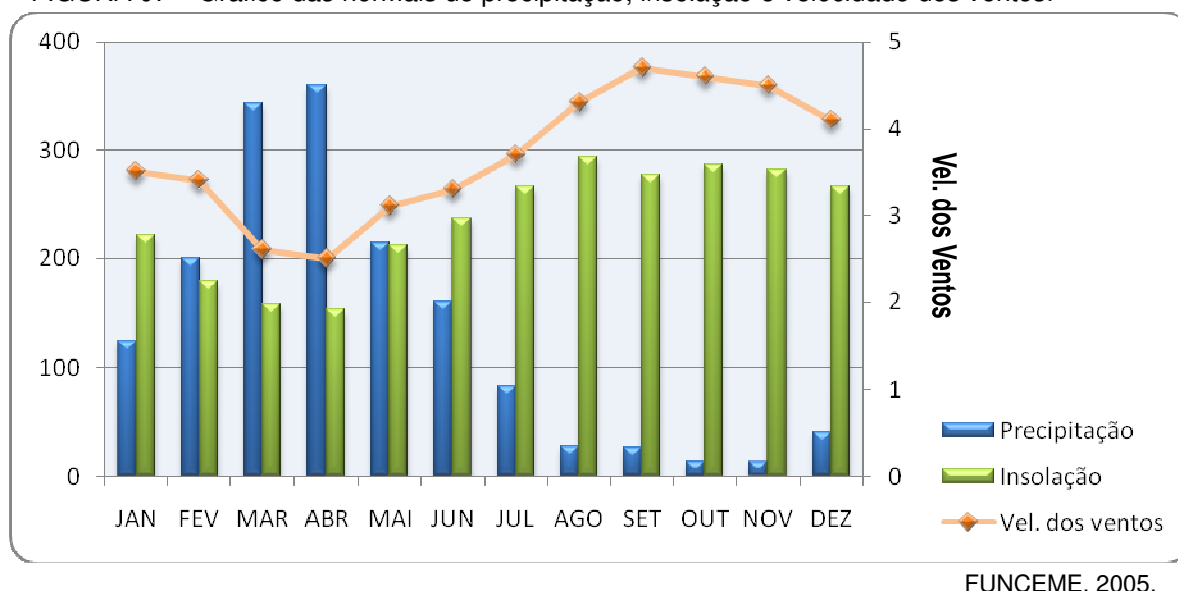


Os níveis de insolação também estão diretamente relacionados à precipitação e são inversamente proporcionais à quantidade de chuvas. No período

de maior pluviometria, ocorre um menor grau de insolação. Na figura 08, é possível realizar esta comparação e perceber maiores níveis de insolação no segundo semestre. Os valores de insolação não se apresentam muito variáveis (média de 292 horas/mês e mínima de 162 horas/mês), mostrando um decréscimo de horas de radiação solar durante os meses de fevereiro, março e abril, correspondente ao período de maior nebulosidade e precipitações.

Outro fator importante a ser analisado é o da velocidade dos ventos, também diretamente relacionada à precipitação. No período de estiagem, o vento atinge maiores velocidades, principalmente no mês de setembro. Nos meses de março e abril, durante as chuvas, a velocidade média não supera a 3 m/seg., como mostra a figura 07.

FIGURA 07 – Gráfico das normais de precipitação, insolação e velocidade dos ventos.



4.3. Aspectos da vegetação

A cobertura vegetal exerce diversas funções na manutenção dos ecossistemas, como: regulação climática e do ciclo da água, alimento para as mais diferentes espécies, desde invertebrados aos seres humanos, proteção do solo e das margens de rios, estabilização do relevo, além de ser o habitat para as espécies animais.

Na área de pesquisa, as formações vegetais observadas podem ser classificadas segundo Silva (1993 e 1998), em:

© Vegetação pioneira psamófila

Essa vegetação é um tipo de cobertura vegetal natural rasteira, encontrada na faixa de pós-praia, nas áreas de dunas móveis e nas depressões interdunares. É constituída por espécies pouco exigentes do ponto de vista ecológico, bem adaptadas às condições de salinidade, aos ventos fortes, à elevada radiação solar e deficiência de nutrientes.

De acordo com Silva (1998), entre as principais características fisiológicas e morfológicas da vegetação pioneira psamófila, pode-se mencionar a presença de talos e folhas suculentas, brotação por rizomas e elevado desenvolvimento das raízes.

As principais espécies são: salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*), bredinho-de-praia (*Iresine portulacoides*), pinheirinho-da-praia (*Remirea marítima*), capim barba-de-bode (*Sporolobus virginicus*), beldroega-de-praia (*Sesuvium portulacastrum*) e capim-gengibre (*Paspalum marítimum*).

© Vegetação subperenifólia de dunas

Constitui uma formação vegetal de maior porte, de fisionomia arbustiva e arbórea. Na área do estudo ocupa os setores de dunas fixas ao longo das cadeias dunares, está presente na faixa de dunas móveis, estendendo-se até à zona de tabuleiro.

Essa vegetação desempenha papel fundamental na fixação das dunas impedindo a sua migração. Ainda funciona como um atrativo turístico, diante da sua beleza cênica e beneficia as comunidades que podem extrair madeira e coletar os seus frutos. Nessa vegetação, é possível notar diferentes tipos de fisionomia, pelo fato de existir variações nas feições do relevo e no grau de edafização.

As principais espécies são: cajueiro (*Anacardium occidentale*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), goiabinha (*Psidium sp.*), murici (*Byrsonima sp.*), angélica (*Guettarda angélica*), pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), café-bravo (*Cesaria sp.*) e mororó (*Bauhinia unguolata*),

jurema-branca (*Phytocellobium cumosum*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), dentre outros.

© Vegetação paludosa marítima de mangue

A vegetação perenifólia paludosa marítima de mangue desenvolve-se nas superfícies de inundação das planícies fluvio-marinhas. Dadas as condições adversas do seu ambiente natural, essa vegetação, do ponto de vista ecológico, é formada por espécies resistentes, adaptadas aos constantes alagamentos e ao meio halófilo.

As principais espécies encontradas nos manguezais da área estudada são: mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*), mangue preto (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) e mangue ratinho (*Conocarpus erectus*). Estas espécies possuem raízes aéreas, pneumatóforos, caules de sustentação e mecanismos para a eliminação de sal, dentre outras características. As adaptações fazem parte da estratégia de sobrevivência num ambiente com grandes limitações e condições adversas, como: deficiência de oxigênio, solos pobres, ácidos e pouco compactos, grandes variações de salinidade, correnteza, fluxo e refluxo de maré, etc.

© Vegetação subcaducifólia de tabuleiro

A vegetação de tabuleiro apresenta dois tipos de comportamento: um semiperenifólio (permanece verde com 90% das folhas) e um caducifólio (caindo grande parte das suas folhas). Essa característica pode ser bem evidenciada nas plantas lenhosas que apresentam esta manifestação adaptativa às condições de solo. A queda das folhas constitui numa estratégia de defesa das plantas à limitação da água em condições climáticas desfavoráveis (AQUASIS, 2003).

As principais espécies são: jenipapo-bravo (*Tacayena* sp.), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), mandacaru (*Cereus* sp.), pau-ferro (*Cássia ramiflora*), ameixa (*Ximenea americana*), angélica (*Guettarda* sp.), imbaúba (*Cecropia* sp.), cajueiro (*Anacardium occidentale*), entre outros.

4.4. As principais unidades geoambientais da área de pesquisa

Além das condições ambientais, esta pesquisa pretende realizar uma análise das unidades geoambientais do litoral leste de Aquiraz. As unidades naturais presentes na paisagem exercem influências mútuas. A dinâmica presente em cada uma delas é dependente de um todo e de cada uma ao mesmo tempo. Elas se combinam, interagem e se diferenciam dentro da paisagem.

As unidades geoambientais são unidades de paisagem que têm feições mais ou menos homogêneas, ocupam determinada área da superfície terrestre e revelam um conjunto de características físicas e bióticas próprias. Cada uma se diferencia de uma outra unidade geoambiental vizinha, mas mantém entre si interconexões mediante a troca de matéria e energia (RODRIGUES et al, 2004).

Podem ser delimitadas e compreendidas segundo características geológicas e do relevo, condições climáticas e hidrográficas, tipos de solos e de formações vegetais, além das potencialidades naturais e limitações em relação às formas de uso.

Na área de estudo, as unidades geoambientais encontram-se representadas pelo mar litorâneo, praia, pós-praia, ecossistemas lacustres, campos de dunas e o ambiente estuarino, onde se inclui a planície fluviomarinha. A definição dessas unidades tem como base bibliográfica os trabalhos de Silva (1987; 1993; 1998).

4.4.1. Mar litorâneo

O mar litorâneo situa-se a norte, nordeste e leste da superfície estudada. Corresponde à margem do oceano junto ao continente. Atua com o restante do conjunto das águas oceânicas como um termostato, uma vez que a água tem calor específico maior e seu aquecimento e resfriamento ocorrem de maneira mais lenta. Esse fenômeno influencia nos processos geomorfogenéticos, na fauna litorânea e na meteorologia, favorecendo a ocorrência de ventos mais úmidos em determinados períodos do ano. As águas do mar litorâneo apresentam temperaturas médias de, aproximadamente, 28°C e salinidade em torno de 35‰

Ele também atua como um dos agentes formadores e modificadores da linha de costa através do fluxo sedimentar de deposição, transporte e sedimentação. No tocante à geomorfogênese, influencia, principalmente, na formação de ambientes salobros, como os manguezais.

A flora presente no mar litorâneo é essencialmente composta por fitoplânctons e algas que servem também de alimento para as espécies de animais como: moluscos crustáceos e peixes, esse elevado potencial biológico, pode ser aproveitado na pesca. Os animais presentes nessa unidade mantêm ligação direta com outros ambientes que possuem influência marinha.

4.4.2. Praia e pós – praia

A delimitação da faixa de praia é variável, de acordo com as condições específicas de cada área. Mendes (1984) *apud* Silva (1993) define a praia ou estirâncio como a faixa da região litorânea composta por sedimentos arenosos ou rochosos, coberta e descoberta pela ação das marés. Podem ocupar desde a linha de baixa-mar até áreas onde ocorra alteração na morfologia ou se inicie a vegetação permanente.

As praias são constituídas por sedimentos arenosos, restos de conchas e cascalhos, depositados após a seleção das ondas e correntes marinhas. Grande parte dos sedimentos presentes na faixa praial, como as areias e cascalhos, são de origem continental, transportados pela drenagem fluvial.

As variações das marés provocam modificações sazonais nesta unidade. Essas ocorrem em decorrência de maior acumulação de sedimentos no período de maré alta e de uma remoção nos períodos de maré baixa. O processo torna as praias a unidade geoambiental mais dinâmica (figura 08).



FIGURA 08 - Faixa de praia sobre a ação das marés.

Nascimento, 2006.

A área denominada de pós-praia localiza-se logo após a faixa de praia, só sendo alcançada pelas ondas durante tempestades fortes. Também conhecida como praia dorsal ou posterior, nela podem ocorrer diferentes níveis de acumulação de sedimentos em função da oscilação das marés, mas podem, simplesmente, apresentar um relevo suave, intercalado por áreas deprimidas.

Nos períodos de maior precipitação, nas áreas mais rebaixadas, pode ocorrer aumento no volume do lençol freático e há formação de lagoas ou lagunas, quando há contato com o mar. É considerada uma faixa de transição do material arenoso da praia até outras unidades, como dunas e manguezais.

A pós-praia se caracteriza pela presença de vegetação pioneira psamófila, que atua como um obstáculo no transporte eólico (figura 09 e 10).



FIGURA 09 – Vegetação pioneira na faixa de pós-praia, pinheirinho-da-praia.

Nascimento, 2006.



FIGURA 10 – Vegetação pioneira na faixa de pós-praia.

Nascimento, 2006.

Embora este tipo de vegetação não impeça o avanço das areias sobre as outras unidades, diminui a velocidade de deslocamento dos sedimentos. As principais espécies encontradas na área de estudo são: salsa (*Ipomea assarifolia*); salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*); pinheirinho-da-praia (*Remirea marítima*), capim-gengibre (*Panicum maritimum*).

A fauna é representada por algumas espécies de aves, tais como: maçarico da areia (*Charadrius collaris*); têteu (*Vanellus chilensis*); rolinha-da-praia (*Columbina passerina*); sabiá-da-praia (*Mimus silvus*); caminhador-capim (*Anthus lutescens*), entre outros.

Essas duas unidades estendem-se longitudinalmente por, aproximadamente, 10 Km. Apresentam configuração retilínea no sentido SE-NW, entre as praias do Batoque e Barro Preto, prolongando-se em um formato curvilíneo até a barra do lagamar do Iguape. A praia tem uma largura média de 60m e altitude abaixo de 10m, como é possível constatar no perfil topográfico transversal, traçado a partir do programa Global Mapper 5, com bases na imagem SRTM (2005), disponibilizada pela NASA (figura 11).

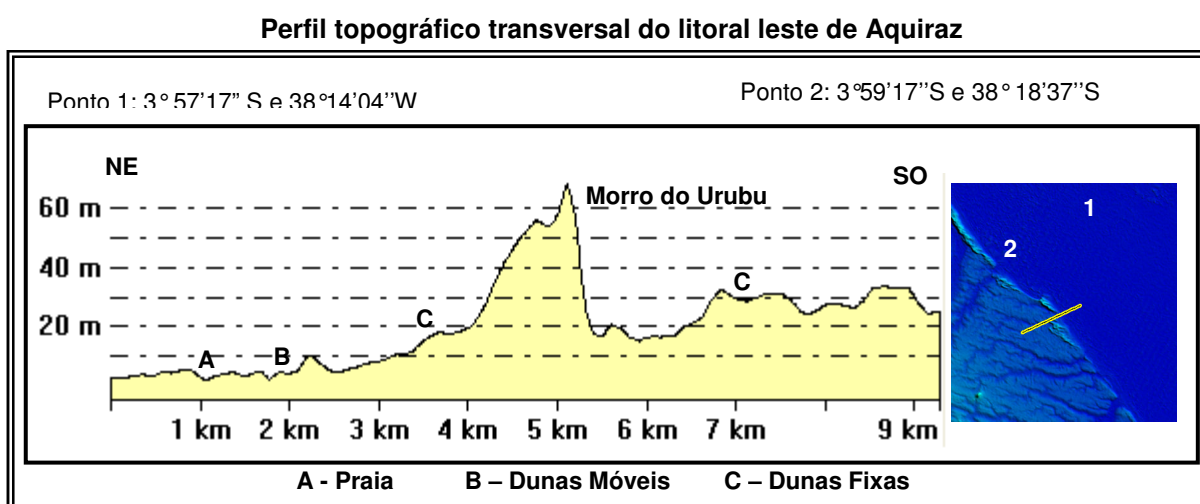


FIGURA 11 – Perfil transversal do litoral leste de Aquiraz.

SRTM, 2005.

A principal fonte de sedimentos dessas unidades são as areias continentais, carregadas pelos rios até a costa. As correntes longitudinais transportam sedimentos paralelos à faixa de praia, têm sentido SE-NW e são interrompidas pelo promontório do Iguape, onde há um desvio na direção destas correntes.

A utilização destas unidades na área de pesquisa é bem variada. São usadas para pesca no desembarque de embarcações, e para o turismo e lazer (figura 12). Outra forma de ocupação é a pecuária extensiva. Estes tipos de uso não fornecerem grandes prejuízos ao equilíbrio ecológico.

Em virtude da intensa dinâmica presente, principalmente nas praias, estas unidades são impróprias para algumas atividades humanas, devendo ser conservadas, pois possuem grande beleza cênica e elevado potencial turístico.



FIGURA 12 – Jangada ancorada na área de pós-praia.

Nascimento, 2007

Apesar dessa fragilidade, alguns setores das praias do Barro Preto e Iguape vêm sofrendo graves impactos ambientais, em razão da sua ocupação por barracas de praia (figura 13) e outros equipamentos turísticos.



FIGURA 13 – Pós-praia do Barro Preto ocupado por barracas.

Nascimento, 2007

4.4.3. Ambientes lacustres

Esses ambientes podem localizar-se na zona de pós-praia, no reverso das dunas e no tabuleiro. Na área de estudo, os ambientes lacustres estão localizados entre os campos de dunas e a zona de praia, compreendida em faixa longitudinal paralela aos manguezais do Barro Preto e Marisco e na área de tabuleiro.

Os ambientes lacustres podem ser de dois tipos: as lagoas temporárias ou intermitentes e as lagoas perenes. As lagoas temporárias possuem um regime irregular, pois dependem do aporte das águas das chuvas.

A formação das lagoas intermitentes ocorre conforme a percolação das águas e ascensão do lençol freático nos períodos com maior precipitação. No período de estiagem, essas lagoas tendem a desaparecer devido à redução do nível do lençol freático. Normalmente, localizam-se no sopé de dunas e nas superfícies de deflação existentes na área de praia e pós-praia (figura 14).



Figura 14 - Lagoa temporária próximo a praia do Batoque.
Nascimento, 2006

As lagoas perenes são favorecidas pelas águas presentes no substrato sedimentar dos campos de dunas. Situam-se, quase sempre, no tabuleiro, próximas às dunas, como as lagoas da Encantada e do Tapuio, localizadas na Terra Indígena (figura 15 e 16).



FIGURA 15 - Lagoa perene da Encantada.
Nascimento, 2006.



FIGURA 16 - Lagoa perene do Tapuio na T.I.
Nascimento, 2006.

Essas unidades assumem grande importância ecológica para sobrevivência de diferentes espécies vegetais e animais, como moluscos, peixes, crustáceos, aves, mamíferos, répteis e anfíbios; e são de grande importância para atividades humanas como a pesca, o consumo do uso doméstico, a agricultura, a pecuária e na recreação.

4.4.4. Campos de dunas

As dunas são formadas por sedimentos arenoquartzosos do Holoceno. Em sua maioria, os sedimentos que as constituem foram transportados inicialmente pela ação fluvial até o oceano. Em seguida, pelos efeitos das correntes da deriva litorânea depositadas na praia para, em um estágio posterior, serem deslocados à pós-praia pelos ventos e depois se acumularem em forma de dunas.

Na área de pesquisa, estas unidades encontram-se dispostas paralelamente à linha de praia, apresentando um relevo ondulado e prolongando-se sobre a zona de tabuleiro no sentido NW, em decorrência da predominância do vento nesta direção.

O campo de dunas móveis é formado, basicamente, de areias inconsolidadas de coloração esbranquiçadas, de granulação fina a média, com grãos bem selecionados, constituídos por grãos de quartzo. Algumas vezes, é possível encontrar minerais pesados, sobretudo a ilmenita.

As dunas móveis têm larguras distintas dentro da área de pesquisa, variando ente 150 a 300m, no sentido perpendicular à linha de praia. Algumas chegam a atingir, aproximadamente, 20m de altitude (perfil topográfico da figura 17).

Perfil topográfico das dunas móveis do litoral leste de Aquiraz

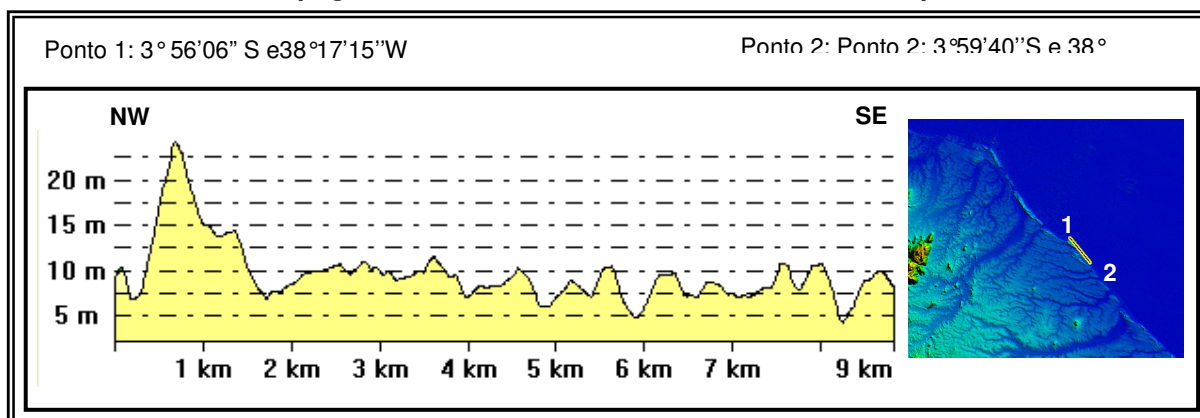


FIGURA 17 – Perfil topográfico de dunas móveis na área de estudo.

A principal fonte dos sedimentos são as areias depositadas ao longo da faixa de praia e pós-praia. Na área de estudo, a intensidade e o predomínio dos ventos alísios, principal fator de formação e migração das dunas, tendem a deslocá-las no sentido NW. As dunas móveis são de formação recente e avançam sobre outras unidades sem cobertura vegetal suficiente, ao ponto de impedir o deslocamento das areias (figura 18).



FIGURA 18 – Avanço de dunas móveis sobre superfície rebaixada e com vegetação.

Nascimento, 2006

As dunas fixas estão distribuídas de forma descontínua. Quantitativamente, são as formas mais expressivas espacialmente na área de estudo. Chegam, em alguns locais da área, no sentido perpendicular à linha de

praia, a mais de 2000 m de largura e têm em média de 40 a 90 m de altitude, como é possível constatar no perfil topográfico da figura 19.

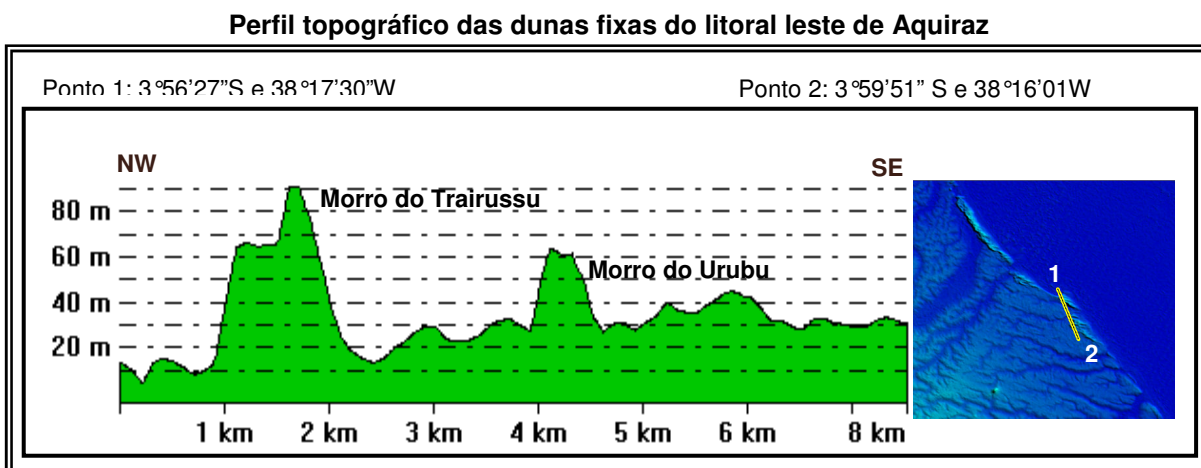


FIGURA 19 – Perfil topográfico de dunas fixas na área de estudo.

SRTM 2005

Essas unidades de paisagem possuem uma formação mais antiga e estão recobertas por uma vegetação arbóreo-arbustiva, que contribuem para sua estabilização geomorfológica (figura 20). São constituídas por areias bem selecionadas, de granulação fina a média, e apresentam, na composição do seu substrato, matéria orgânica.



FIGURA 20 – Cordão de dunas fixas à retaguarda de um ambiente aquático.

Nascimento, 2006

A utilização das dunas na área é similar, em termos de ocorrência, a das faixas de praia e pós-praia. As formas de uso e ocupação mais perceptíveis são

encontradas nas dunas móveis do Barro Preto e Iguape, onde estão localizadas algumas barracas.

Nas dunas fixas, há ocupação residencial, extrativismo vegetal e plantio de culturas de subsistência. Em virtude da textura arenosa, as dunas não possuem solos indicados para o uso agrícola, pois apresentam um baixo índice de fertilidade natural. Em contrapartida, possuem grande importância devido à permeabilidade dos seus sedimentos arenosos. Estes facilitam e contribuem no abastecimento dos aquíferos que, posteriormente, pelo processo de percolação da água, irão alimentar os recursos hídricos, como manguezais, lagoas e córregos localizados nas áreas de tabuleiro e na planície litorânea.

4.4.5. Ambiente estuarino

Por definição, um estuário é um braço de mar que se estende dentro de um vale de um rio, tão longe quanto permita o limite superior da maré. Etimologicamente, estuário deriva da palavra latina “aestus”, que significa maré. Estuários são trechos do rio sujeitos às variações das correntes de marés (AQUASIS, 2003).

Nos ambientes estuarinos, há elevada produtividade biológica e em razão de uma fauna rica e abundante. Eles possuem acentuada complexidade e estabilidade ecológica, porém tornam-se bastante frágeis sob alterações ambientais provocadas pelo homem.

Unidades geoambientais constituída geomorfologicamente, neste tipo de ambientes, são as planícies fluviomarinhas. A planície fluviomarinha é complexa, pois recebe influência tanto das oscilações das marés quanto dos processos continentais. É formada pela deposição de sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica, e em suas áreas de inundação há uma formação vegetal bem peculiar. Nessas planícies, é possível encontrar os manguezais, que ocorrem apenas nas zonas tropicais e intertropicais (SILVA, 1987).

Os manguezais são de importância fundamental na bioestabilização da planície fluviomarinha e na deposição de sedimentos fluviais. Atuam como filtro entre o continente e os oceanos, atenuando efeitos de inundações e avanços das marés.

Além disso, têm grande importância na manutenção da linha de costa, sendo, ao mesmo tempo, um berçário de várias espécies de crustáceos, moluscos e peixes.

Eles apresentam uma vegetação bastante típica, como: o mangue sapateiro (*Rhizophora mangle*); mangue canoé (*Avicennia germinans* e *Avicennia shaueriana*); mangue manso (*Laguncularia racemosa*); e mangue ratinho (*Conocarpus erectus*). Além destas espécies de maior porte, apresentam gramíneas e outras herbáceas halófilas nas áreas adjacentes de apicum ou salgado (SILVA, 1993).

De acordo com a classificação proposta por Lugo e Snedaker (1974), baseada na topografia da bacia e na localização em relação ao fluxo das águas fluviais e marinhas, partes do manguezal presente na área de estudo é do tipo mangue de franja. Desenvolvem-se paralelo à costa e às margens de outros cursos d'água, por isso, são alvo dos efeitos das oscilações verticais do nível hídrico, na direção do mar para interior e do interior para o mar (SILVA, 1987). Estão localizados entre as duas unidades geoambientais formadas por dunas. Assim, experimentam influências tanto das dunas fixas, que contribuem no abastecimento de água para a manutenção do manguezal, como sofrem com o avanço das dunas móveis.

Os manguezais presentes na área de pesquisa são o do Iguape, o do Barro Preto e do Marisco (figura 21 e 22). O manguezal do Iguape e Barro Preto, como no caso da praia e das dunas, recebem impactos ambientais com o seu desmatamento, assoreamento e poluição (figura 23). No manguezal do Marisco, existe atualmente uma superpopulação de tabuba (*Thypha dominguensis*), instalada nas suas águas de forma intensa (figura 24).



FIGURA 21– Planície fluviomarinha do manguezal do Marisco.

Nascimento, 2006.



FIGURA 22 – Manguezal do Marisco.

Nascimento, 2006.



FIGURA 23 – Área degradada do manguezal do Barro Preto.

Nascimento, 2006.



FIGURA 24 – Proliferação desordenada de tabuba no manguezal do Marisco.

Nascimento, 2006.

4.4.7. Tabuleiros pré-litorâneos

Os tabuleiros pré-litorâneos são modelados na Formação Barreiras, composta por sedimentos terciário-quadernários, com características areno-argilosos, pouca litificada, têm variação de níveis conglomeráticos ao longo de sua estrutura, coloração creme, avermelhada ou amarelada e granulação variando de fina a média.

Segundo Souza (1998), os tabuleiros se dispõem da planície costeira em direção ao interior do continente e podem penetrar até cerca de 40 km, em média. A espessura do pacote sedimentar é variável em função da superfície irregular do embasamento cristalino, sobre o qual estão depositados. Na área de pesquisa, será dado maior enfoque ao setor de tabuleiro litorâneo, localizado nos limites da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé (figura 25).

Essa unidade exerce influência nas interações de matéria e energia com outras unidades geoambientais, como dunas e lagoas. Por isso, apesar de não ser o tema principal deste trabalho, precisavam ser levados em consideração.



FIGURA 25 - Áreas de tabuleiro na Terra Indígena Jenipapo-Kanindé.

Nascimento, 2006.

Após a análise de todas as unidades presentes na área de estudo, o próximo capítulo será mais específico e tratará apenas sobre as dunas. Serão abordadas, primeiramente, sob um aspecto geral, depois serão analisadas de maneira mais detalhada e dentro do contexto da área de pesquisa.

CAPÍTULO 5 - AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ

5. AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ

Este capítulo consiste em uma conceituação acerca das dunas, dos principais mecanismos responsáveis pela formação e dinâmica destas unidades. O objetivo é a análise dessas feições no litoral leste de Aquiraz, por meio da individualização em gerações, da identificação dos diferentes tipos de morfologia e da evolução, levando em conta a dinâmica espacial.

5.1. Conceituação: dinâmica, mecanismos de transporte e sedimentação

A atividade eólica está relacionada aos processos da dinâmica externa, e é responsável por parte do modelado de algumas feições de relevo da superfície da Terra. Essa atividade, de acordo com Sígilo (2000), é considerada um conjunto de fenômenos vinculados a erosão, transporte e sedimentação promovidos pelo vento.

Os fenômenos de transporte e sedimentação ocorrem continuamente em algumas áreas costeiras. Nessas áreas, elas atuam com uma maior intensidade. Os fenômenos são sempre comandados por ventos e vão de moderados a fortes, em virtude das diferenças de albedo e da troca de calor entre o mar, o continente e a atmosfera.

Os mecanismos de transporte ou movimentos de massas atuam como um mecanismo de redistribuição de energia solar na atmosfera. Dependem do movimento de rotação da Terra e da distribuição de pressão atmosférica, causada pela circulação de ar, entre as regiões polares e a equatorial (POPP, 1998).

Na zona do equador e aproximadamente 30° de latitude, a circulação na superfície dirige-se para o equador e para os pólos em nível superior, formando a chamada célula de Hadley. O ar equatorial mais aquecido sobe e se desloca para os pólos (SÍGILO, 2000).

Quando se inclui o movimento de rotação da Terra, atua sobre este uma força de inclinação, a força de Coriolis. Ela torna os ventos em superfície, mais ou menos, de leste para oeste e os ventos de ar superior, de oeste para leste. Isto

significa que os ventos de superfície sopram contra a rotação da Terra, de oeste para leste.

Os ventos para o equador são desviado pela força de Coriolis, adquirindo um componente para oeste, formando os ventos alísios. No Hemisfério Norte, os alísios vêm de nordeste e no Hemisfério Sul, de sudeste. Eles se encontram próximo ao equador, numa região de fraco gradiente de pressão, a zona de baixa pressão equatorial (SÍGILO, 2000).

Na zona polar, as massas de ar se movem de forma semelhante, mas, a partir dos pólos, em direção a equador. Os ventos vindos do Pólo Norte, também são desviados e adquirem inclinação para leste.

A circulação, entre 30 e 60 graus de latitude, é oposta à da célula de Hadley. A corrente na superfície é direcionada para os pólos, em virtude da força de Coriolis, formando ventos de oeste em latitudes médias, mais variáveis do que os alísios.

Essa movimentação eólica é expressa tanto nas formas de relevo como nos fragmentos trabalhados de forma destrutiva mediante erosão, ou de forma construtiva, pela constante deposição dos sedimentos (SÍGILO, 2000).

O transporte e deposição de partículas produziram ao longo da história geológica registros dessa atividade em áreas litorâneas. Uma das principais formas de relevos trabalhadas pela ação eólica são as dunas.

São formadas por sedimentos arenoquartzosos, do Holoceno. Normalmente, os sedimentos são de origem continental, transportados fluvialmente até a costa, em seguida depositados nas praias pela deriva litorânea e, posteriormente, deslocadas para a pós-praia através do vento, acumulando-se em formas de dunas.

Na geomorfogênese dessas unidades, há outros fatores importantes, como: a presença de praias com baixa declividade (topografia), disponibilidade de material, transporte de sedimentos, baixa umidade e precipitações moderadas (SILVA, 1993).

Para Popp (1998), na construção das dunas, os grãos de areia (geralmente de quartzo) vão se agrupando de acordo com o sentido preferencial do vento, formando acumulações geralmente assimétricas, podendo atingir dimensões muito volumosas. A face voltada a barlavento possui baixa inclinação, entre 5 e 15°, enquanto a face a sotavento é bem mais íngreme, chegando a inclinar de 20 a 35°.

Tal assimetria resulta da atuação da gravidade sobre a pilha crescente de areia solta.

Quando os flancos da pilha excedem determinado ângulo (entre 20 e 35°, dependendo do grau de coesão entre as partículas), a força da gravidade entra em atuação. Em vez de se acumularem no flanco da duna, os grãos rolam declive abaixo e tendem a desmoronar até atingir um perfil estável. O ângulo máximo do flanco de um pacote de material solto estável recebe o nome de ângulo de repouso. Dificilmente o ângulo a barlavento supera esse ângulo, devido a seu constante retrabalhamento. Esse fenômeno torna-se praticamente restrito ao flanco sotavento, daí a razão de este ter inclinação maior, próximo ao ângulo de repouso.

Nas dunas fixas, a areia deposita-se em camadas, acompanhando o perfil da duna. Sucessivas camadas vão se depositando sobre a superfície do terreno com o soprar do vento carregado de partículas, partem de barlavento em direção a sotavento, criando uma estrutura interna estratificada. Embora a sotavento ocorra forte turbulência, gerada pela passagem do vento, os grãos de areia permanecem agregados aos estratos em formação e tendem a impedir o movimento da duna. Diversos fatores são responsáveis pela estabilização dos sedimentos dunares, como: o aumento de umidade, pois aglutina os grãos pela tensão superficial da água, os obstáculos internos (blocos de rochas, troncos, etc) ou o desenvolvimento de vegetação.

Como acontece nas dunas fixas, o transporte eólico nas dunas móveis segue inicialmente o ângulo do barlavento, depositando-se em seguida no sotavento, onde há turbulência. Os grãos na base a barlavento migram pelo perfil da duna até o sotavento, produzindo uma estrutura interna de leitos com mergulho próximo da inclinação do sotavento. O deslocamento contínuo causa a migração de todo o corpo da duna.

5.2. Classificação das dunas

As dunas podem ser classificadas de acordo com seu estado dinâmico. A classificação tem influência com a ausência ou presença da cobertura vegetal. Com base no trabalho de Silva (1993), elas podem ser:

- a.** móveis – não possuem cobertura vegetal ou apresentam em sua superfície somente espécies pioneiras e de pequeno porte, tendo como principal característica a mobilidade;
- b.** fixas – são recobertas por uma vegetação arbóreo-arbustiva, estando, portanto, imobilizadas e bioestabilizadas; e
- c.** paleodunas – são também denominadas de dunas fósseis, pois apresentam uma cronologia mais antiga do que os dois tipos anteriores. Em geral, possuem maior evolução edáfica, relevos mais suaves e cobertura vegetal densa, isto, quando não foram alteradas pelas atividades humanas.

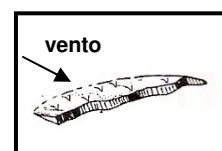
A classificação das dunas também pode ser baseada em relação a morfologia. Incluem grande variedade de termos, refletindo na diversidade de tipos identificados nas áreas costeiras, cada qual com estruturas interna e externa próprias, sujeitas à modificação pela ação dos ventos. Três parâmetros determinam a morfologia das dunas (SIGÍLO, 2000): (1) a velocidade e variação dos ventos dominantes; (2) as características da superfície percorrida pelas areias transportadas; e (3) a quantidade de areia disponível para a formação das dunas.

De acordo com Silva (1993), Sigílo (2000), Meireles (2001) e Claudino-Sales (2002), as dunas podem ser classificadas em diferentes tipos com relação à morfologia, tais como: (As ilustrações foram adaptadas de CLAUDINO-SALES, 2002 e JESUS SILVA, 2002).

© Feições deposicionais

a. Dunas transversais

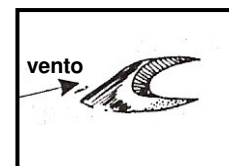
A formação das dunas transversais é condicionada por ventos freqüentes e com direção constante, bem como por um suprimento contínuo e abundante de areia. As áreas litorâneas constituem ambiente propício para a construção dessas feições, pois possuem ventos adequados de velocidade constante, abundância de areia e pequenas lagoas de água doce que facilitam a formação desses depósitos.



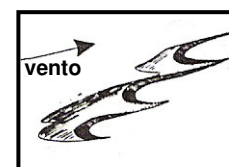
A denominação de transversal provém da sua orientação perpendicular ao sentido preferencial do vento. A sua assimetria permite deduzir o sentido do vento que a formou (de barlavento a sotavento).

b. Dunas barcanas e barcanóides

Dunas barcanas desenvolvem-se em ambientes de ventos moderados e fornecimento de areia limitado. Como resultado, esse tipo de duna assume forma de lua crescente, com as extremidades voltadas no mesmo sentido do vento. Elas não formam campos contínuos e tendem a ter tamanhos variados.

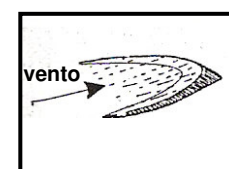


Nos litorais, onde a vegetação limita o fornecimento de areia, formam-se cadeias de dunas similares às barcanas. Recebem o nome de cadeias barcanóides e apertam-se unidas umas às outras.

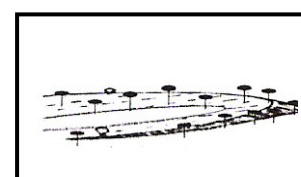


c. Dunas parabólicas e parabólicas “hairpin” (grampo de cabelo)

As dunas parabólicas são semelhantes às barcanas, porém, diferem na curvatura por serem mais fechadas e possuírem as extremidades voltadas no sentido contrário do vento. Podem surgir da destruição de dunas transversais ou formar-se em regiões de ventos fortes e constantes, com suprimento de areia superior aos das áreas de barcanas. A vegetação é importante no controle e evolução desse tipo de feição dunar, sendo um fator limitante ao fornecimento de areia.



As dunas parabólicas “hairpin” são formadas por dois braços longos, dispostos longitudinalmente, na direção predominante da ação eólica. Sua forma de meia lua apresenta uma vertente suave sob a ação do vento. Possuem um desenho semelhante a um grampo de cabelo, de onde vem sua

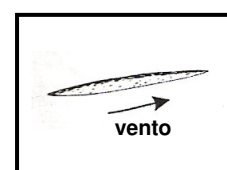


denominação. Localizam-se em áreas onde há abundância de areia, confirmando a idéia de que a formação dessas dunas necessita de bom suprimento de sedimentos, ventos regulares e superfícies planas para sua migração.

Quando estão na forma de dunas fixas, associa-se tal situação a uma falta de alimentação ou um corte completo nas fontes de sedimentos durante o sua evolução.

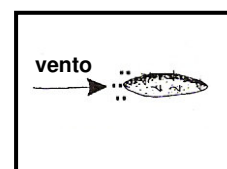
d. Dunas longitudinais

As dunas do tipo longitudinal, descritas originalmente no deserto da Arábia Saudita, também são conhecidas com *seifs*. São formadas em regiões com abundante fornecimento de areia e ventos fortes com sentido constante. Podem atingir ampla magnitude e em muitos casos produzem feições morfológicas semelhantes a cordões de areia, porém em menor escala.



e. *Nebkas* e dunas dômicas

Nebka é um termo árabe, utilizado para determinar montículos de areia acumulados pela ação de ventos regulares, a jusante ou a montante de obstáculos vegetais. As *nebkas* são freqüentes na pós-praia e são consideradas de formações recentes. Sua gênese ocorre devido à ação das ondas, associada às marés na preamar, durante os temporais, juntamente com ação eólica.

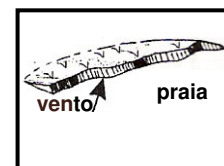


O conjunto de dunas iniciais, *fore dune*, pode deixar passagens por onde se intensifica a ação eólica, formando corredores de deflação. Através destes corredores, atua o transporte eólico, podendo originar pequenas dunas interiores, as *nebkas*.

As dunas dômicas também são caracterizadas como montículos de areia em pequenas formações circulares com presença de vegetação pioneira, logo depois da pós-praia. Existem poucas informações a respeito destas dunas na literatura, às vezes descrevem-se tanto as *nebkas* quanto as dômicas com definições parecidas nas bibliografias.

f. Dunas de bordas de praia

As dunas de bordas de praia são um tipo de duna que evolui por coalescência de um montículo de areia para uma formação maior. Sua gênese necessita da ação de ventos fortes e intensos, da presença de vegetação psamófila e, sobretudo, de uma grande abundância de areia com granulometria heterogênea sobre o estirâncio.



Depois da sua formação, quando as condições climáticas mudam ou as variações climáticas sazonais lhes permitem, formam um cordão de areia paralelo à linha de costa, com dimensões variáveis, cuja principal função é defender a praia contra a ação erosiva das ondas e permitir a penetração da água do mar nos reservatórios litorâneos de água doce.

g. Lençóis de areia

Essa feição dunar tem extensões variadas e formas bem diversificadas. Têm aproximadamente 2 a 6 km de largura e uma altitude média de 20 a 30 metros. São campos de dunas multiformes e têm sua existência associada à remoção de areia por deflação das praias ou planícies litorâneas.



Na verdade, os lençóis de areia são dunas transversais, que em seu processo migratório podem modificar sua forma, apresentando-se como parabólica ou ainda podendo formar um campo de barcanóides. Obstáculos como outras dunas, lagoas ou formações vegetais podem ocasionar novas mudanças na forma desse tipo de feição.

h. Depressões interdunares

As depressões interdunares constituem superfícies baixas entre uma duna e outra. São geralmente alagadas durante o período de chuvas e cobertas por vegetação rasteira, em decorrência da maior umidade do solo. Em geral, as áreas interdunares são ocupadas por lagoas de porte variado, o que se associa ao processo de barramento de cursos fluviais pelas dunas. De acordo com Jesus Silva

(2002), podem ser classificadas em depressões interdunares secas, úmidas e molhadas. São identificadas outras estruturas nessas feições, como: marcas onduladas eólicas em áreas interdunares secas; estruturas de adesão em interdunares úmidas; bem como estruturas onduladas aquáticas em interdunares molhadas.

© Feições erosivas

Os dois processos erosivos produzidos pela ação eólica são: a deflação e a abrasão. A deflação é caracterizada pela remoção de sedimentos mais finos da superfície, como areia e poeira, formando as chamadas superfícies de deflação. Podem chegar a níveis mais baixos do que o nível do mar.

O outro processo erosivo, conhecido por abrasão eólica, promove constantes impactos de partículas em movimento, entre si e com materiais em repouso (corrosão), geralmente de maior tamanho. Provoca intenso desgaste e polimento desses materiais, mas é importante destacar o fato de que o vento por si só não produz qualquer efeito abrasivo. O impacto das partículas transportadas trabalha e desgasta os materiais rochosos (POPP, 1998).

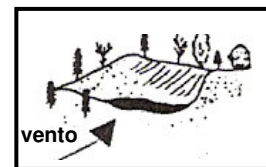
As formas erosivas mais conhecidas produzidas pela a ação eólica são as seguintes:

a. Superfície de deflação (corredores de deflação)

As superfícies de deflação correspondem às faixas de terra relativamente planas, geralmente paralelas à costa. Separam as primeiras dunas formadas diante da praia daquelas situadas em uma porção mais interna. São caracterizadas por processos de deflação, entretanto, servem também como passagem para transporte de sedimentos em direção ao interior do continente, constituindo, assim, uma faixa de conexão entre áreas fonte de sedimentos e dunas ativas.

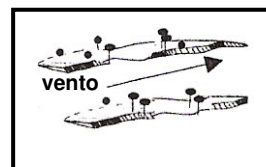
b. *Blowouts*

São formadas em zonas onde ocorre o rebaixamento das cristas de dunas. A ação erosiva do vento, ao atravessar as áreas rebaixadas dos corpos dunares, promove a remoção de areia das cristas, ampliando a abertura nas dunas desprovidas de vegetação. O estágio evolutivo caracteriza-se pelo desenvolvimento inicial de um sulco; posteriormente pode promover o seccionamento do corpo da duna.



c. *Rebdous*

Rebdou é termo árabe, utilizado para designar um montículo de areia métrico disposto ao redor de arbusto ou em uma árvore. Ainda não existe um consenso mundial sobre estes tipos de dunas, não se sabe bem se são formas de acumulação ou deflação. Neste trabalho, será utilizado o termo *rebdou* como sendo um montículo dunar esculpido pelo processo de deflação.



Aparecem ao longo da pós-praia e se assemelham às dunas com vegetação, mas são totalmente descaracterizados pela deflação. A deflação, inicialmente, é semelhante aos dos *blowouts*. A ação eólica produz aberturas (cavidades) nos corpos dunares, com aumento da velocidade do vento e da remoção da areia; há uma ampliação na escavação, produzindo uma separação do corpo dunar.

5.3. As dunas do litoral leste de Aquiraz

O litoral, de um modo geral, caracteriza-se por sua localização em uma área de interface, entre os meios marinho e terrestre, com intensos fluxos de matéria e energia entre eles. Tem uma dinâmica peculiar, com diferentes processos atuando na formação e evolução dos ecossistemas litorâneos (SILVA, 1993). Os campos de dunas são uma das principais unidades geoambientais que compõem o conjunto paisagístico do litoral.

No litoral leste de Aquiraz, o principal processo de formação das dunas é a ação eólica. É simples: o vento retira areia das praias para o continente, onde, em função de alguns obstáculos, acabam se acumulando, dando origem às dunas (CLAUDINO-SALES, 1999). Como já exposto, na geomorfogênese dessas unidades existem outros fatores importantes e devem ser levados em consideração.

Inicialmente, pretende-se expor algumas considerações sobre a ação eólica. O vento localmente tem velocidade média de 5,5 m/s, dominando os alísios de SE, E e NE. A interação entre os alísios, as brisas marítimas e terrestres produz a direção final dos ventos largamente orientados para leste; é a principal orientação das dunas na área (MAIA, 1998).

Em geral, os fatores preponderantes no controle do transporte de sedimentos e, conseqüentemente, na formação de dunas, segundo Carvalho (2003), são: (1) a disponibilidade de sedimentos de textura adequada; (2) a incidência de ventos sob direções compatíveis com o posicionamento da costa; (3) condições climáticas favoráveis, definidas por baixo teor de umidade no solo, correspondente a um balanço hídrico negativo; (4) ventos com velocidades adequadas para o transporte de areia; e (5) natureza da superfície do terreno sobre o qual se processam a remoção e o transporte dos sedimentos, definido pela topografia ou seu grau de rugosidade.

Em relação aos fatores climáticos, a pluviosidade influi bastante na dinâmica dunar. Segundo a FUNCEME (2005), os índices médios pluviométricos no litoral cearense oscilam entre 1000 e 1350 mm anuais, concentrados no primeiro semestre do ano. No litoral leste de Aquiraz, no primeiro semestre do ano, a formação e migração de dunas são bem reduzidas; já no segundo semestre, quando as precipitações são mínimas, as condições tornam-se favoráveis à formação dessas feições.

Apesar da ocorrência de ventos, com significativo potencial de transporte durante o período de chuvas, sua ação é contraposta pela elevada umidade da camada superficial do terreno. Isto ocorre em virtude da umidade nos sedimentos produzir uma espécie de coesão entre os grãos de areia, requerendo um aumento considerável da velocidade do vento para romper a inércia dos sedimentos (CARVALHO 2003). O teor de umidade sedimentar nas praias também pode ser ocasionado pela oscilação das marés. Esse teor é inversamente proporcional ao deslocamento de sedimentos, pois quanto maior o nível de umidade nas praias,

menor o transporte de sedimentos para a formação e migração de dunas (SILVA, 1993).

A origem das dunas, na área de pesquisa, não ocorre apenas por um único fator, mas mediante a uma série de agentes e processos, que atuam de maneira integrada. Existem outros três agentes importantes que não devem ser desconsiderados, estes são: a deriva litorânea juntamente com ondas e as marés. Tais agentes atuam diretamente na distribuição de areia nas praias e, desta forma, interferem e contribuem na formação dos campos de dunas.

A topografia também influencia na formação de depósitos dunares. A presença do promontório do Iguape favorece um acúmulo de areia a barlavento, facilitando a geomorfogênese dessas unidades. Os sedimentos que conseguem transpor a ponta do Iguape através da deriva litorânea e do mecanismo de *by pass* costeiro (onde o transporte das areias é controlado pelo vento) ou litorâneo (onde os sedimentos são controlados pelas ondas) prosseguem o fluxo sedimentar através da zona costeira cearense (CLAUDINO-SALES, 2002).

5.3.1. Inter-relações sistêmicas com outras unidades geoambientais

As dunas compõem e estruturam a paisagem litorânea, pois mantêm inter-relações com outras unidades geoambientais. As inter-relações são variáveis dentro do espaço litorâneo, dependentes da influência dos processos e da morfologia local. Em geral, há constante expansão e retração na superfície litorânea e intensa dinâmica morfogênica. Normalmente, a interação das unidades geoambientais ocorre entre as dunas, a praia, a pós-praia, as falésias, as lagoas e os manguezais (SILVA, 1993).

A interação da praia e da pós-praia com o campo de dunas está diretamente relacionada com o suprimento de areia. São, principalmente, esses ambientes, a principal fonte de sedimentos para a formação das dunas; depois elas protegem a praia contra ação erosiva das ondas.

Existem fortes inter-relações das dunas com ambientes aquáticos, as quais estão relacionadas com o fornecimento de água para rios e lagoas e o reabastecimento dos lençóis freáticos. Os campos dunares são fundamentais nesse processo, pois representam umas das principais fontes de captação e

armazenamento de água no litoral. A lagoa da Encantada e os manguezais, na área de pesquisa, são exemplos dessa importância, parte das suas águas é proveniente dessas unidades.

Em decorrência da dinâmica natural, as dunas móveis tendem a avançar sobre outros ambientes. Na área de estudo, essa migração causa esporadicamente a obstrução do curso fluvial do Barro Preto, onde há a formação de uma barra no período de maior intensidade eólica. Nos períodos de chuva, essa barra é aberta e os sedimentos entram novamente na dinâmica litorânea. Os manguezais e as lagoas próximos da pós-praia e dunas ativas também são alvos do assoreamento, em virtude do avanço dunar.

As atividades humanas também fazem parte dessas inter-relações. Na realidade, elas provocam o maior número de alterações nas dunas, pois intensificam e modificam a dinâmica natural. Tais atividades produzem outras séries de impactos ambientais que promovem sérios processos desestabilizadores do ambiente.

5.3.2 Individualização e classificação das dunas do litoral leste de Aquiraz

A compreensão das oscilações do nível do mar e das mudanças climáticas que ocorreram e ainda ocorrem durante o Quaternário é essencial para o estudo dos processos responsáveis pela formação de campos dunares. A análise permite ordenar a evolução e a individualização dessas formas de relevo.

As formações das dunas têm relação direta com as oscilações do nível do mar e as mudanças climáticas. Nos eventos glaciais regressivos, há diminuição no nível do mar, formam-se planícies litorâneas mais largas, zonas de estirâncio mais extensas e as condições climáticas apresentam tendências mais secas, áridas a semi-áridas, ou seja, condições ideais para formação de estruturas dunares. Esses períodos apresentam grande disponibilidade de areia, boa velocidade dos ventos com competência para remobilizar os sedimentos, além de baixa umidade atmosférica e elevada insolação (MEIRELES, 2007).

De acordo com este mesmo autor, basta ocorrer uma elevação no nível do mar para inverter as condições climáticas e induzir o estacionamento dessas formas de relevo. Isto ocorre porque é característico de períodos transgressivos, ventos mais amenos, umidade elevada e valores de insolação mais baixos, com uma alta nebulosidade.

A acumulação eólica é uma seqüência de episódios alternados. Nos períodos regressivos, há intensa formação de dunas em virtude das condições climáticas que favorecem a sua migração sobre o litoral. Em períodos transgressivos, ocorre uma inversão climática, que promove a fixação dessas umidades e, conseqüentemente, reduzi a sua gênese. Com um novo recuo no nível do mar, retorna às condições ideais para formação de uma nova geração de dunas, que serão provavelmente fixadas com a volta de um novo período transgressivo.

Apesar de parecer fácil explicar a sucessão dos campos de dunas pela flutuação do nível do mar e pelas mudanças climáticas, não se deve levar em conta apenas estes critérios para identificar as gerações dunares.

Durante o Quaternário, ocorreram glaciações com cerca de 100 mil anos de duração, alternados com fases de temperatura mais quente e de menor duração (cerca de 20 mil anos), denominados períodos interglaciais.

Os estudos realizados nas últimas décadas mostraram a existência de 16 ciclos, nos quais a temperatura da superfície do mar baixou em relação ao nível atual, sugerindo a existência de no mínimo 16 glaciações de tamanho variável. Destas, apenas 4 ou 5 foram identificadas geologicamente nos continentes (SALGADO-LABOURIAU,1998).

Portanto, mesmo que as oscilações do nível do mar e as mudanças climáticas tenham proporcionado condições ambientais ideais para formação de gerações de dunas, não é possível identificá-las apenas por estes eventos. Devem-se levar em conta vários outros fatores para sua caracterização, como os aspectos espaços-temporais, geográficos e morfológicos.

No Estado do Ceará, o processo de separação dos depósitos eólicos, em diferentes gerações evoluiu, de duas gerações iniciais, para três, e para quatro, nos trabalhos mais recentes de Maia (1998), Carvalho (2003) e Meireles (2007), dentre outros.

Na área de pesquisa, para a individualização das dunas, foram primeiramente analisadas as fotografias aéreas e a imagem *Ikonos*. A interpretação das imagens, mediante observações em relação a textura (lisa ou rugosa), cor e brilho dos pixels, permitiu a vetorização e construção dos mapas de unidades geoambientais, de 1958 e 2007, com suas respectivas formas de uso e ocupação, na escala de 1:25.000.

© Interpretação das imagens

© Fotografias aéreas de 1958

Na interpretação das fotografias aéreas, do tipo pancromática, observou-se que o oceano apresenta uma coloração cinza-esverdeada, escurecendo à medida que se distancia da costa (figura 26).

A faixa de praia possui uma tonalidade variando do branco, quando não há presença de umidade, ao cinza-azulado, quando estas áreas se encontram úmidas devido à variação das marés ou estão sob influências das ondas.

As dunas móveis possuem cores variando do branco ao cinza-claro. Apresentam rugosidade, em virtude das areias inconsolidadas e da ausência de vegetação, que facilitam o transporte eólico. Algumas vezes, demonstram o sentido do vento na área, como é o caso de algumas dunas parabólicas ativas e das dunas transversais.

As dunas fixas são identificadas por uma mescla de tons e pela rugosidade. As áreas de cristas e encostas sem vegetação assumem cor branca. Os setores com vegetação possuem tonalidades alternando do cinza-médio ao cinza-escuro. Nas aéreas com agroecossistemas, as cores apresentam um cinza-médio e uma regularidade nas formas. A delimitação dessa unidade foi auxiliada pela base cartográfica do INCRA, com escala de 1:20.000, datada de 1972.

Nas planícies fluviomarinhas, as áreas de manguezal assumem coloração cinza-escuro, quase preto, e em alguns trechos são identificadas pela rugosidade. As áreas de salgado e apicum possuem textura lisa e coloração de cinza bem mais clara.

Nas lagoas e rios presentes na área, as tonalidades variam do cinza-claro ao cinza-médio, possuem textura lisa, e em alguns setores a água se apresenta como uma superfície refletora, do tipo espelhada.

O tabuleiro litorâneo também teve sua delimitação auxiliada pela base do INCRA. Os seus tons de cinza variam do cinza claro ao cinza médio, nas áreas com cobertura vegetal e sem vegetação respectivamente (mapa 02).

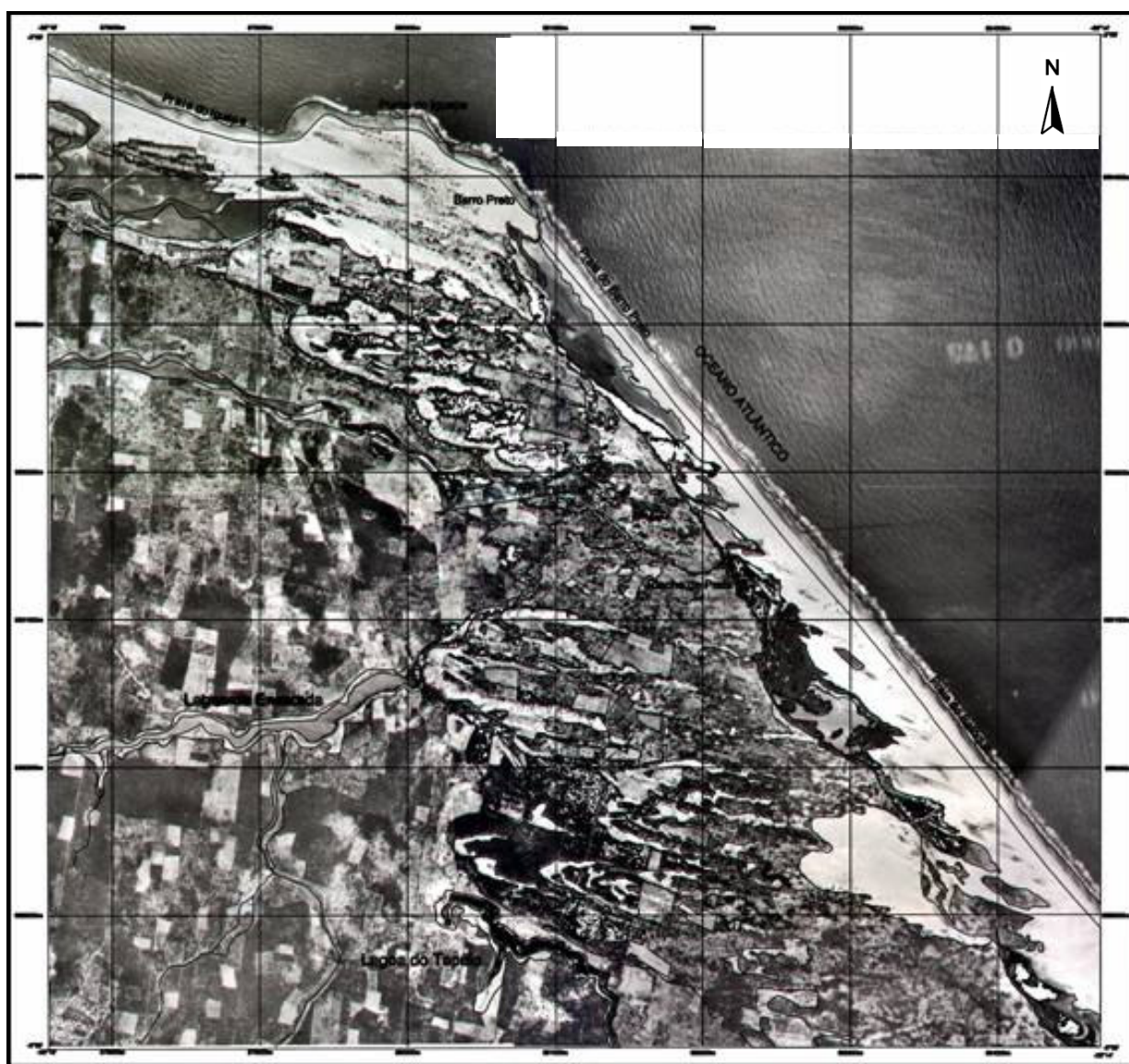
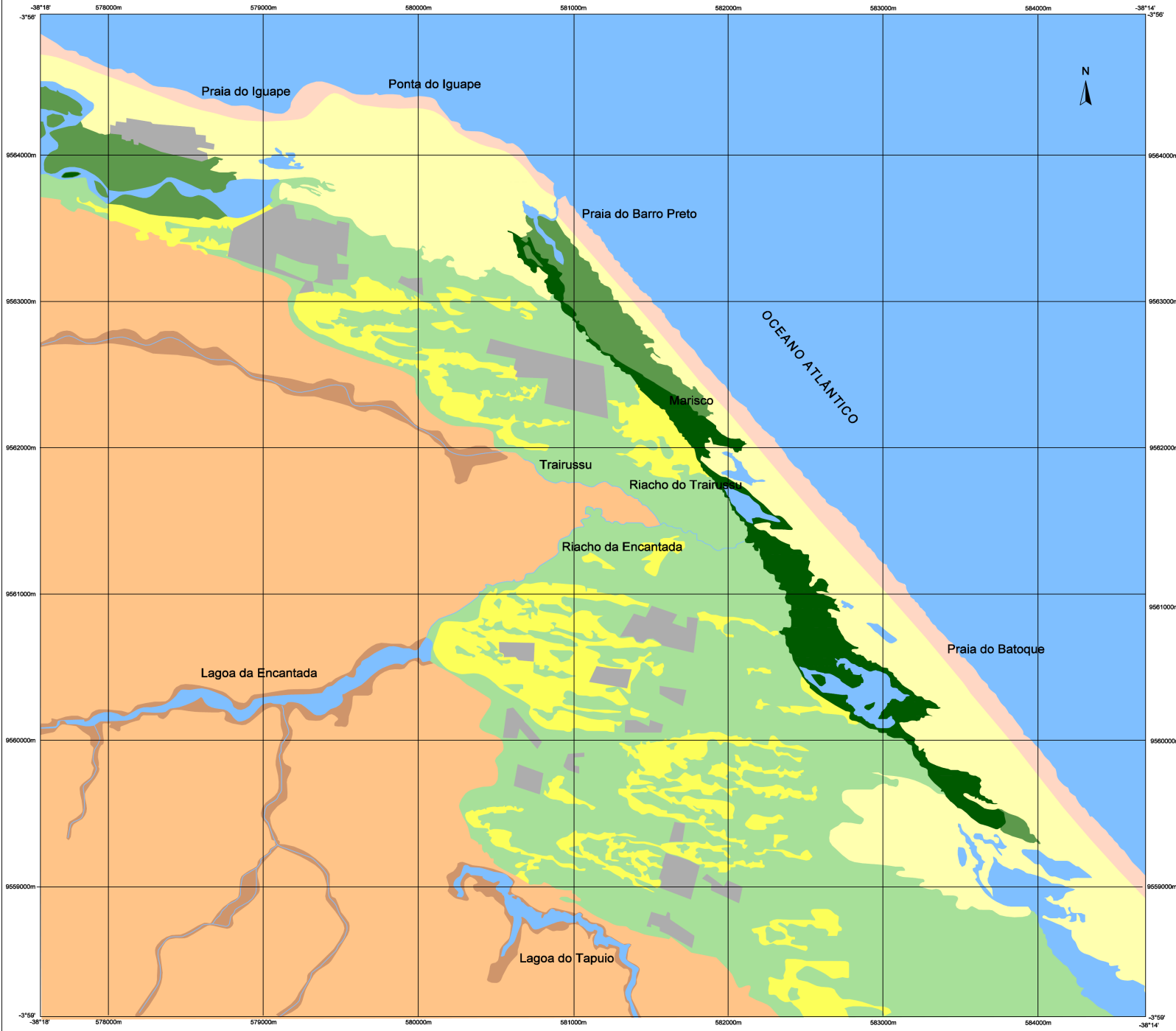


FIGURA 26 – Mosaico de fotografias aéreas, datadas de 1958. Plano de fundo para confecção do mapa de unidades geoambientais deste mesmo ano.













Título da Dissertação: As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental


Mestranda: Geísa Silveira do Nascimento
 Orientador: Edson Vicente da Silva

Mapa 02 - Unidades Geoambientais do Litoral Leste de Aquiraz/CE - 1958

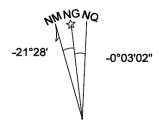
LEGENDA

-  Praia
-  Pós-praia e dunas móveis
-  Dunas fixas
-  Cristas/encostas de dunas com vegetação espaçada e corredores de deflação
-  Manguezal
-  Salgado e apicum
-  Lagoas
-  Planície fluvio-lacustre
-  Tabuleiro litorâneo
-  Área de cultivo

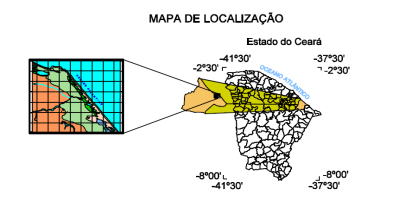
Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator
 Escala 1:25.000



Declinação Magnética em 2007
 Convergência Meridiana do Centro da Folha



A declinação magnética cresce -0°02'02" anualmente



© Imagem de satélite Ikonos (2003)

Na interpretação da imagem do sensor *Ikonos*, o princípio utilizado foi o mesmo das fotos aéreas. Neste caso, a riqueza de detalhes vinculada à análise da imagem *Quickbird* (2004) e a checagem de campo facilitaram a identificação das unidades geoambientais (figura 27).

O oceano apresenta variação em relação à gradação do tom lilás. Nas áreas mais distantes da costa, possui uma tonalidade mais escura. Nos setores mais próximos, à proporção que diminui a profundidade, a tonalidade se apresenta mais suave.

A praia é marcada por cores claras, alternando do branco ao amarelo-claro, onde as areias não estão úmidas. Quando os sedimentos estão mais coesos, em razão da presença de água, a cor apresenta um tom de marrom-claro, bem característico de areia molhada.

Como nas praias, as dunas móveis também são identificadas por cores variando do branco ao amarelo-claro. A diferença se apresenta na rugosidade, pois a praia possui uma textura mais lisa. Nas dunas, em decorrência da intensa migração dos sedimentos, é possível perceber áreas com rugosidades.

As dunas fixas estão situadas mais afastadas da linha de praia e à retaguarda do manguezal. Têm como peculiaridade a mistura de tons; os setores sem vegetação assumem uma coloração de um amarelo bem claro. As áreas com cobertura vegetal apresentam rugosidade e cores variando de verde-claro, onde a vegetação é espaçada, ao verde-médio onde há uma maior ocorrência vegetativa.

Os manguezais também são identificados pelos tons de verde e por apresentar, em virtude do adensamento, certo brilho. A vegetação de mangue assume um tom de verde mais escuro e uma textura rugosa. As áreas de salgado e apicum assumem uma cor marrom-esverdeada, com textura lisa. As salinas foram identificadas através do seu formato retangular.

O espelho d'água dos rios e lagoas apresenta variação na tonalidade. Assumem cores que variam do lilás-médio ao lilás-escuro, tendendo ao negro, em algumas lagoas.

Setores urbanizados foram identificados na imagem. As áreas com residências apresentam uma coloração laranja-claro e rosa, representadas pelos

telhados das casas e ruas sem pavimentação. Os loteamentos foram delimitados em função da forma retangular dos lotes na área.

Também foi utilizada a base cartográfica do INCRA, de 1972, como apoio na demarcação do contado do tabuleiro litorâneo com o campo de dunas fixas. Foram consideradas as curvas de nível e pontos cotados, para uma maior precisão na delimitação destas duas unidades. A variação de tons também foi analisada. O tabuleiro assume cores que variam do verde-claro, nas áreas com vegetação espaçada, ao verde-médio nos setores com cobertura vegetal adensada (mapa 03).

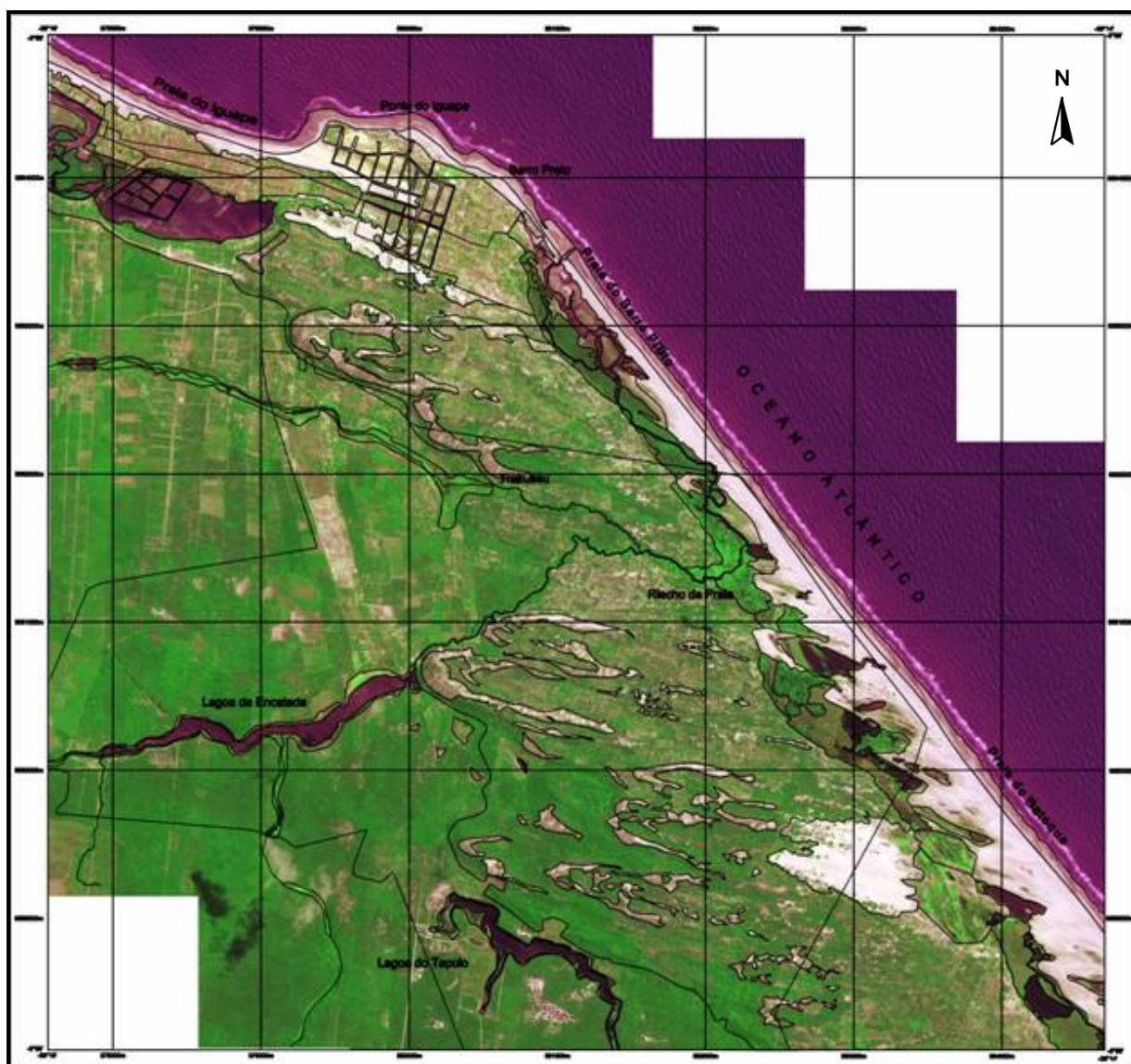
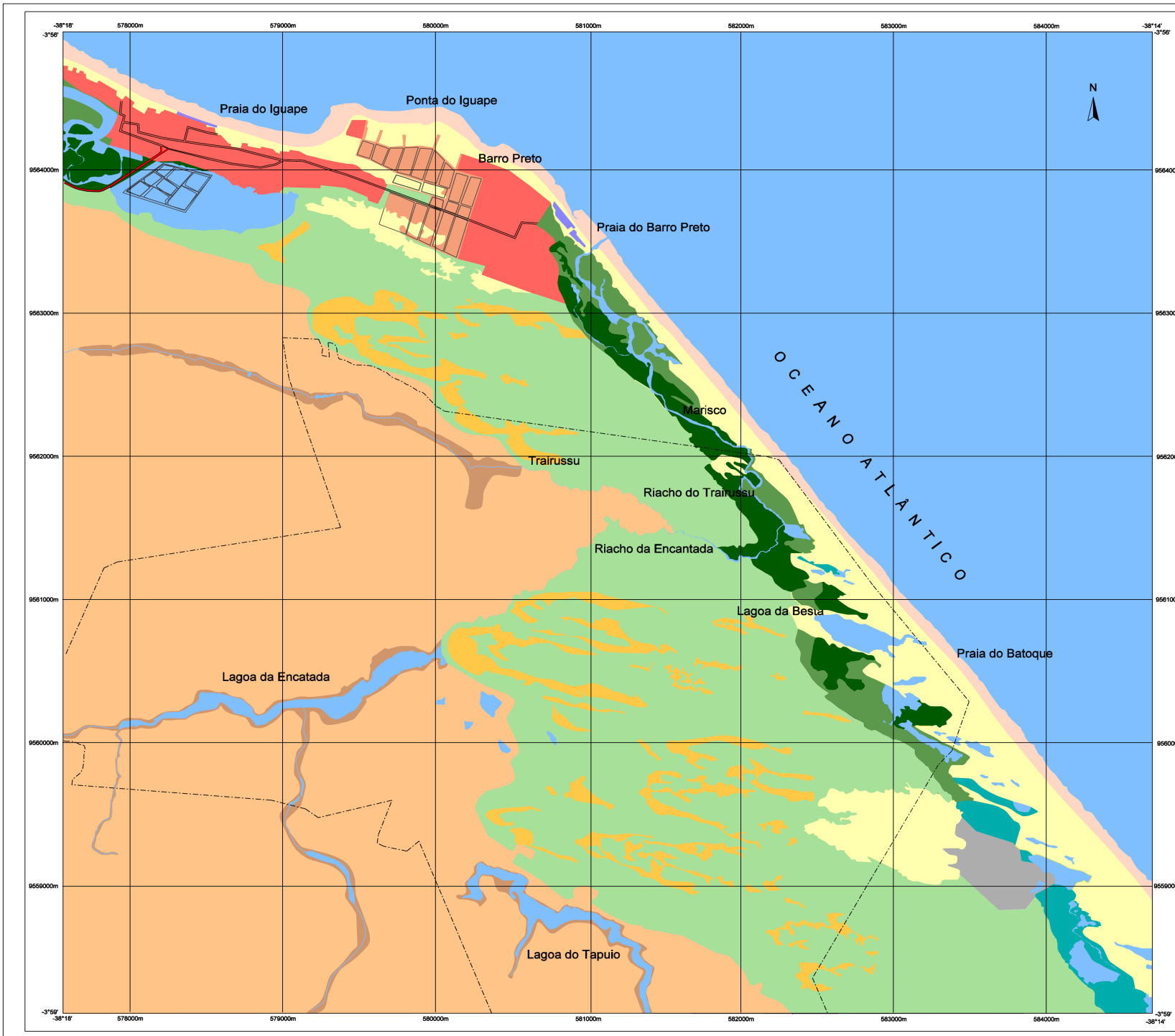


FIGURA 27 – Imagem *Ikonos*, datadas de 2003, base para a construção do mapa de unidades geoambientais de 2007.


















Título da Dissertação: As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental






Mestranda: Geísa Silveira do Nascimento
 Orientador: Edson Vicente da Silva

Mapa 03 - Unidades Geoambientais do litoral leste de Aquiraz/CE - 2007

LEGENDA

-  Praia
-  Dunas de 1ª geração
-  Dunas de 2ª geração
-  Crista/encosta de duna com vegetação espaçada e corredores de deflação
-  Dunas móveis com loteamento
-  Lagoas
-  Lagoa com tabua
-  Manguezal
-  Salgado e apicum
-  Salgado e apicum com ocupação
-  Planície fluvio-lacustre
-  Tabuleiro litorâneo
-  Ocupação urbana
-  Área de cultivo e pastagem
-  Barracas de praia

Convenções

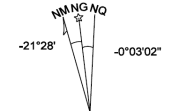
-  Rio
-  Estrada com pavimentação
-  Estrada sem pavimentação
-  Terra Indígena Jenipapo-Kanindé
-  Loteamento

Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator

Escala 1:25.000

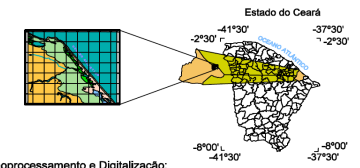


Declinação Magnética em 2007
 Convergência Meridiana do Centro da Folha



A declinação magnética cresce -0°02'02" anualmente

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



A comparação dos produtos cartográficos gerados a partir da interpretação destas imagens, associados a alguns critérios adotados por Meireles (2001), na classificação das gerações de dunas para planície costeira da Região Metropolitana de Fortaleza, auxiliou a individualização das dunas do litoral leste de Aquiraz. Para melhor explanação, foi elaborada uma tabela onde foram levados em conta aspectos espaços-temporais, geográficos, morfológicos, climáticos e processos geológicos relacionados à dinâmica dos fluxos de energia gerados pela oscilação do nível do mar (quadro 01).

A análise destes dois produtos cartográficos também serviu como base para a confecção de outro tema, na mesma escala, correspondendo ao mapa das gerações de dunas do litoral leste de Aquiraz (mapa 04). É uma tentativa de representar como as gerações de dunas estão, hoje, espacializadas neste espaço geográfico, pois várias mudanças ocorreram desde a formação destes depósitos eólicos, provocadas tanto pela dinâmica natural como pelas formas de ocupação humana. É possível que sejam encontradas algumas diferenças.

A primeira geração está representada pelas dunas fixas no segmento litorâneo do Batoque ao Iguape. Essas dunas foram originadas durante um período no qual as condições climáticas e as flutuações do nível do mar produziam grandes volumes de areia para a ação eólica. Os sedimentos foram transportados pelo vento, em um período de mar, mais em relação ao nível atual, e um clima onde predominavam condições meteorológicas presenciadas no Ceará no segundo semestre do ano.

Uma melhora nas condições de umidade, com ventos mais amenos e menores períodos de insolação (compatíveis com as condições observadas no 1º semestre), reproduziu as condições ideais para o início da fixação dessa geração.

A localização geográfica destas feições, associada à presença de paleomangues, nas faixas de praia do Batoque e Barro Preto, pode ser considerada evidência do avanço e recuo da linha de costa, ou seja, das flutuações do nível do mar.

No caso dos resquícios de manguezais (figura 28), como a vegetação de mangue se caracteriza por ocupar ambientes estuarinos, pois esses possuem as condições adequadas para seu desenvolvimento, como grau de salinidade, matéria orgânica, entre outros, fica claro, antes este setor, possivelmente, teria sido uma área de estuário, para isso, o mar precisaria estar em nível mais baixo do que o

atual, comprovando, assim, a idéia de oscilação do nível do mar na área de estudo. Uma possível elevação do nível do mar provavelmente inverteu as condições climáticas e induziu a fixação desta geração. No mapa 04 há uma representação de onde se localizaria a linha de praia neste período.



FIGURA 28 – Resquício de paleomangue no segmento litorâneo do Batoque.

Nascimento, 2006.

A segunda geração é representada pelas dunas em formação, posicionadas próximas à zona de pós-praia, logo após a zona de maré alta. Podem ser localizadas nas praias do Batoque, Barro Preto e Iguape. Em alguns setores, nas praias do Iguape e Barro Preto, principalmente, estas dunas se encontram ocupadas por casas, de primeiras e segundas residências, loteamentos e barracas.

A próxima classificação abordada está relacionada com a morfologia. O reconhecimento da tipologia das dunas foi baseado nas imagens *Ikonos* (2003), *QuickBird* (2004) e em observações de campo. A base literária foi fundamentada nos seguintes autores: Silva (1993; 1998), Jesus Silva (2002), Claudino-Sales (2002; 2005), Carvalho (2003), Branco (2003) entre outros.

Outro critério considerado para a classificação foi a ausência ou presença de cobertura vegetal, ou seja, o estado dinâmico. As dunas foram divididas em dois grupos – móveis e fixas. No primeiro grupo, estão as dunas móveis.

Crítérios	1ª Geração	2ª Geração
Atividade eólica	Fixas – transversais e paralelas a direção predominante do vento.	Móveis – transversais a direção predominante dos ventos.
Tipo	Parabólicas simples e compostas, com cristas/encontas de dunas com vegetação espaçada.	Parabólicas, transversais, lençóis de areia e frontais.
Cobertura Vegetal	Vegetação subperenifólia de dunas (arbustiva e arbórea).	Sem cobertura, ou, quando ocorre, é do tipo vegetação pioneira, principalmente em períodos mais úmidos.
Localização geográfica*	Afastadas da faixa de praia atual e sobre a área de tabuleiro.	Próximas à faixa de praia e pós-praia atual.
Pedogenético	Solo incipiente, com uma fina cobertura de matéria orgânica.	Sem manifestação pedológica.
Sedimentológico	Areias de média a bem selecionadas, esbranquiçadas e com presença de matéria orgânica.	Areias mal a mediamente selecionadas, muitas vezes apresentando fragmentos de conchas.
Dinâmica Quaternária**	Mudanças climáticas relacionadas à oscilação do nível do mar. Dunas móveis em fase regressiva que foram fixadas na fase transgressiva (período mais úmido).	Dunas em estágio atual de formação, principalmente, a área de sotamar e balar do promontório do Iguape.
Dinâmica Atual	Remobilização em áreas que não apresentam ainda cobertura vegetal e remobilização em áreas desmatadas.	Migrando sobre a zona de pós-praia em direção ao interior.
Crítérios Intermediários	Presença de cobertura secundária em áreas desmatadas.	Cobertura de vegetação psamófila.
Área de Ocorrência	Litoral do Batoque, Barro Preto e Iguape.	Próximo as praia e pós-praia do Batoque, Barro Preto e Iguape.

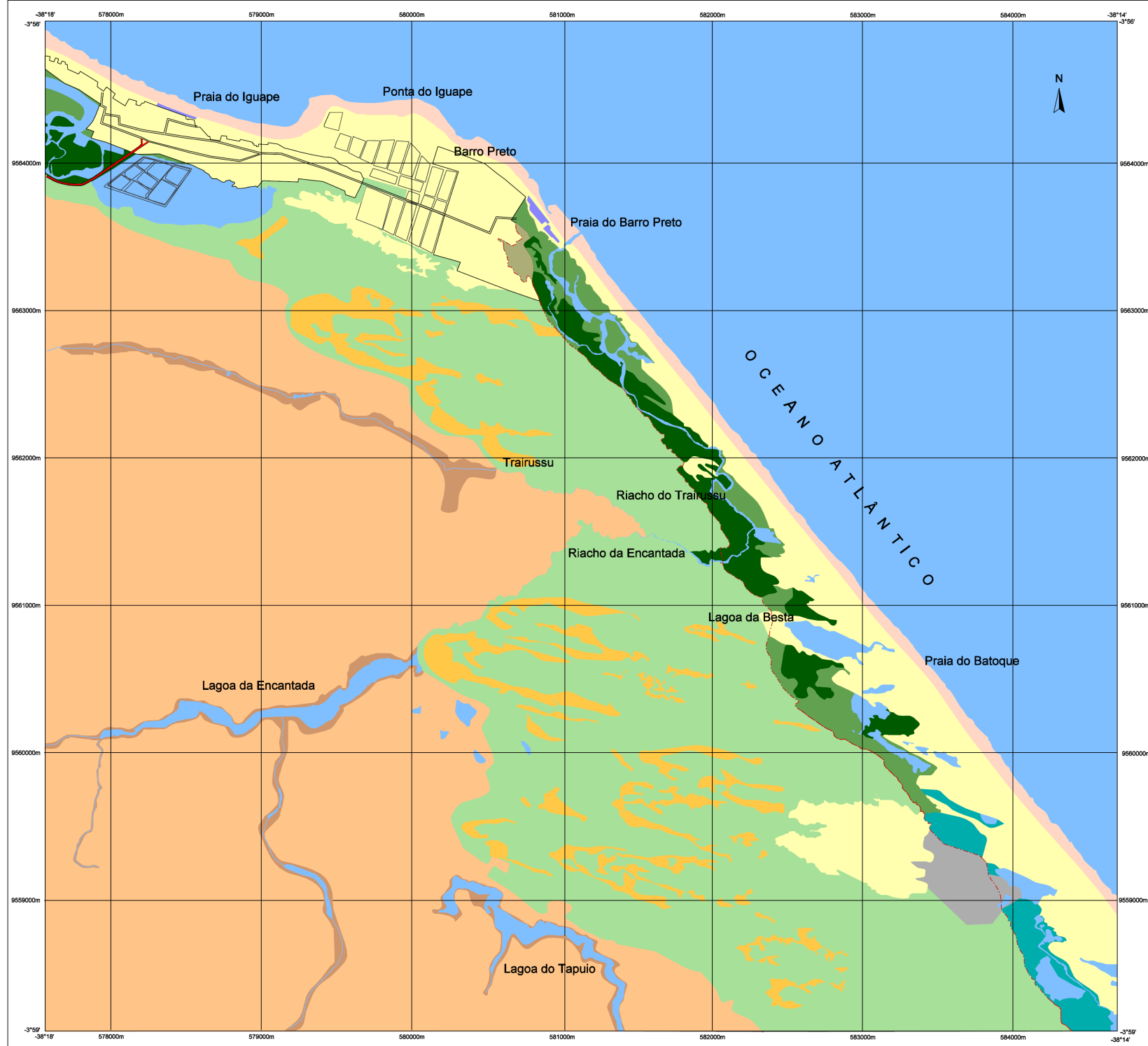
QUADRO 01 – Crítérios para a individualização das gerações de dunas do litoral leste de Aquiraz.

Adaptado de Meireles (2001).

De acordo com Meireles (2001):

* Localização geográfica: este critério refere-se à área de ocorrência, em relação à fonte de sedimentos, representada pela linha de praia atual.

** Dinâmica Quaternária: as gerações de dunas existentes no litoral cearense evidenciam mudanças climáticas e do nível do mar. As de 1ª geração, no caso da área de estudo, podem ser consideradas primitivas; a de 2ª geração, modernas.



Título da Dissertação: As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental
 Mestranda: Geísa Silveira do Nascimento
 Orientador: Edson Vicente da Silva

Mapa 04 - Gerações de Dunas do Litoral Leste de Aquiraz/CE - 2007

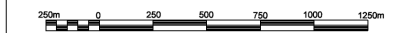
LEGENDA

- Praia
- Dunas de 1ª geração
- Dunas de 2ª geração
- Crista/encosta de duna com vegetação espaçada e corredores de deflação
- Dunas móveis com loteamento
- Lagoas
- Lagoa com tabuba
- Manguezal
- Salgado e apicum
- Salgado e apicum com ocupação
- Planície fluvio-lacustre
- Tabuleiro litorâneo
- Ocupação urbana nas dunas de 1ª geração
- Área de cultivo e pastagem
- Barracas de praia

Convenções

- Rio
- Estrada com pavimentação
- Estrada sem pavimentação
- Paleolinha de Praia
- Loteamento

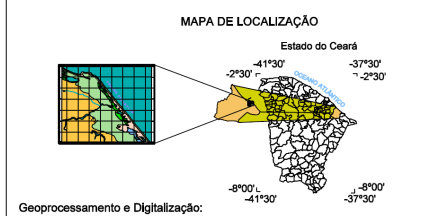
Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator
 Escala 1:25.000



Declinação Magnética em 2007
 Convergência Meridiana do Centro da Folha

-21°28' -0°03'02"

A declinação magnética cresce -0°02'02" anualmente



As dunas transversais estão representadas no segmento litorâneo a sotamar do promontório do Iguape, logo após a linha de berma (figura 29). A formação das dunas transversais é condicionada por ventos freqüentes e com direção constante, bem como pelo suprimento contínuo e abundante de areia para a sua construção. As áreas litorâneas constituem ambiente propício para a formação destes tipos de dunas, com ventos de velocidade constante e abundância de grãos de areia.



FIGURA 29 – Duna transversal móvel a sotamar do promontório do Iguape.

Ikonos, 2003.

Na área de pesquisa, essa duna encontra-se alinhada na direção do vento (NE), com sua face a sotavento sem cobertura vegetal. Em virtude do avanço da urbanização no Barro Preto e no Iguape, a sua dimensão vem sendo reduzida. Atualmente, apresenta uma altitude aproximada de 20 metros (figura 30).



FIGURA 30 – Duna transversal, a sotamar do promontório do Iguape.

Nascimento, 2007.

As dunas frontais estão localizadas nas praias do Barro Preto e Batoque. Têm como característica formas mais alongadas e altitudes menos expressivas. Pode-se relacionar o desenvolvimento destas feições com o promontório do Iguape, pois a interrupção do fluxo sedimentar, em razão deste obstáculo, promove maior acúmulo de areia a barlar. A gênese dessa feição necessita da ação de ventos fortes, da presença de vegetação psamófila e, sobretudo, de grande abundância de sedimentos de granulometria heterogênea sobre a praia (figura 31 e 32). Elas estão situadas paralelas às praias e algumas se encontram recobertas por vegetação psamófila, compostas por espécies nativas típicas.



FIGURAS 31 e 32 - Dunas frontais, parcialmente recobertas por vegetação pioneira.

Nascimento, 2006.

As dunas parabólicas estão presentes na praia do Batoque (Figura 33). Apesar de uma formação inicial, são assim identificadas porque contêm cristas em formas de U. Nas suas áreas interdunares, existe água proveniente dos riachos que deságuam nas proximidades.



FIGURA 33 - Dunas parabólicas ativas.

Ikonos, 2003.

Os lençóis de areia também foram identificados na área de pesquisa. Essa duna, na verdade, não tem forma definida, por isso, são considerados multiformes. Localizam-se ao longo da área de estudo, desde o Batoque ao Barro Preto, avançam em direção as dunas inativas e, quando encontram rios ou riachos em contato com mar, os seus sedimentos retornam à deriva litorânea. Esses grandes campos de dunas têm sua existência associada à remoção de areia por deflação das praias ou planícies litorâneas (figura 34).



FIGURA 34 - Duna móvel, localizada na praia do Batoque apresentando, na sua porção oeste, vegetação de porte arbóreo e arbustivo e, na porção leste, apresenta-se sem vegetação.

Imagem *Ikonos*, 2003; Nascimento, 2006.

Outros tipos de feições encontradas na área, com um diferente estado dinâmico, são as dunas fixas. Estão presentes na formas de grandes dunas parabólicas, com vegetação, e localizam-se no setor litorâneo das praias do Batoque e Barro Preto (Figura 35 e 36).

Têm altitude entre 40 e 90 metros, aproximadamente, e morfologia em forma de U. A sua gênese está relacionada com as condições climáticas compatíveis com períodos regressivos, onde havia importante suprimento de areia e predomínio de ventos unidirecionais.



FIGURA 35 – Campo de dunas fixas do tipo parabólicas.
Ikonos, 2003.



FIGURA 36 – Dunas fixas com vegetação arbóreo-arbustiva entre depressão interdunar.
Nascimento, 2007.

No setor estudado, não há presença de paleodunas, todavia há dunas de coloração avermelhada. São dunas móveis constituídas de sedimentos provenientes da decomposição do quartzito ferruginoso do promontório do Iguape (figura 37), sendo este o motivo desta tonalidade. Em alguns setores, essa coloração decorre do remanescente das areias utilizadas na construção do loteamento e na pavimentação das ruas (figura 38 e 39).



FIGURA 37 – Exposição das rochas do promontório do Iguape.
Nascimento, 2006.



FIGURA 38 - Área de dunas com sedimentos de coloração avermelhadas, provenientes da decomposição do quartzito ferruginoso.
Ikonos, 2003.



FIGURA 39 - Dunas móveis com sedimentos de coloração avermelhadas, provenientes da decomposição do quartzito ferruginoso.
Nascimento, 2006

As feições erosivas estão representadas pelos *blowouts* e pelos corredores de deflação. Os *blowouts* estão presentes na praia do Batoque (figura 40). A ação erosiva do vento está destruindo o corpo da duna; é um estágio avançado da divisão dunar.



Figura 40 – Feição erosiva: *blowout*.

Nascimento, 2006

Os corredores de deflação correspondem às áreas relativamente planas, em geral paralelas à costa. Na área de pesquisa, separam as primeiras dunas situadas nas praias daquelas em uma porção mais interna, geralmente das dunas fixas. São caracterizados por processos de deflação, mas, também, servem de passagem para transporte sedimentar. Podem ser considerados como setores de conexão entre as áreas fonte de sedimentos e as dunas (figura 41).



FIGURA 41-Corredor de deflação – área de transporte sedimentar, entre as dunas móveis e dunas fixas, no Barro Preto.

Nascimento, 2007.

5.3.3. Evolução das dunas do litoral leste de Aquiraz

A dinâmica em ambientes costeiros é intensa e as modificações constantes na paisagem natural litorânea são comuns. As dunas do litoral leste de Aquiraz têm características das transformações naturais, ao longo da evolução. As alterações em virtude da ocupação urbana, também estão presentes, no entanto, não se apresentam tão expressivas em relação à extensão espacial, comparadas com outros setores litorâneos cearenses.

A análise da evolução das dunas, de certa forma, contribuiu para o entendimento das outras unidades geoambientais. O estudo foi realizado com base na interpretação e vetorização da imagem de satélite *Ikonos* (2003), auxiliadas pelos trabalhos de campo e das fotografias aéreas de 1958.

Ao realizar a análise em ambos os mapas confeccionados, de acordo com os níveis de detalhes apresentados pela escala trabalhada, foram notadas situações de alterações na paisagem litorânea, nesse espaço-temporal de aproximadamente 50 anos. Então, optou-se por utilizar a técnica de superposição, ou seja, sobrepor os dados gerados nos mapas de 1958 e 2007, para a construção do mapa da dinâmica espacial (mapa 05), que permitiria visualizar e quantificar as modificações. O quadro 02 apresenta, em números, as alterações decorrentes deste período.

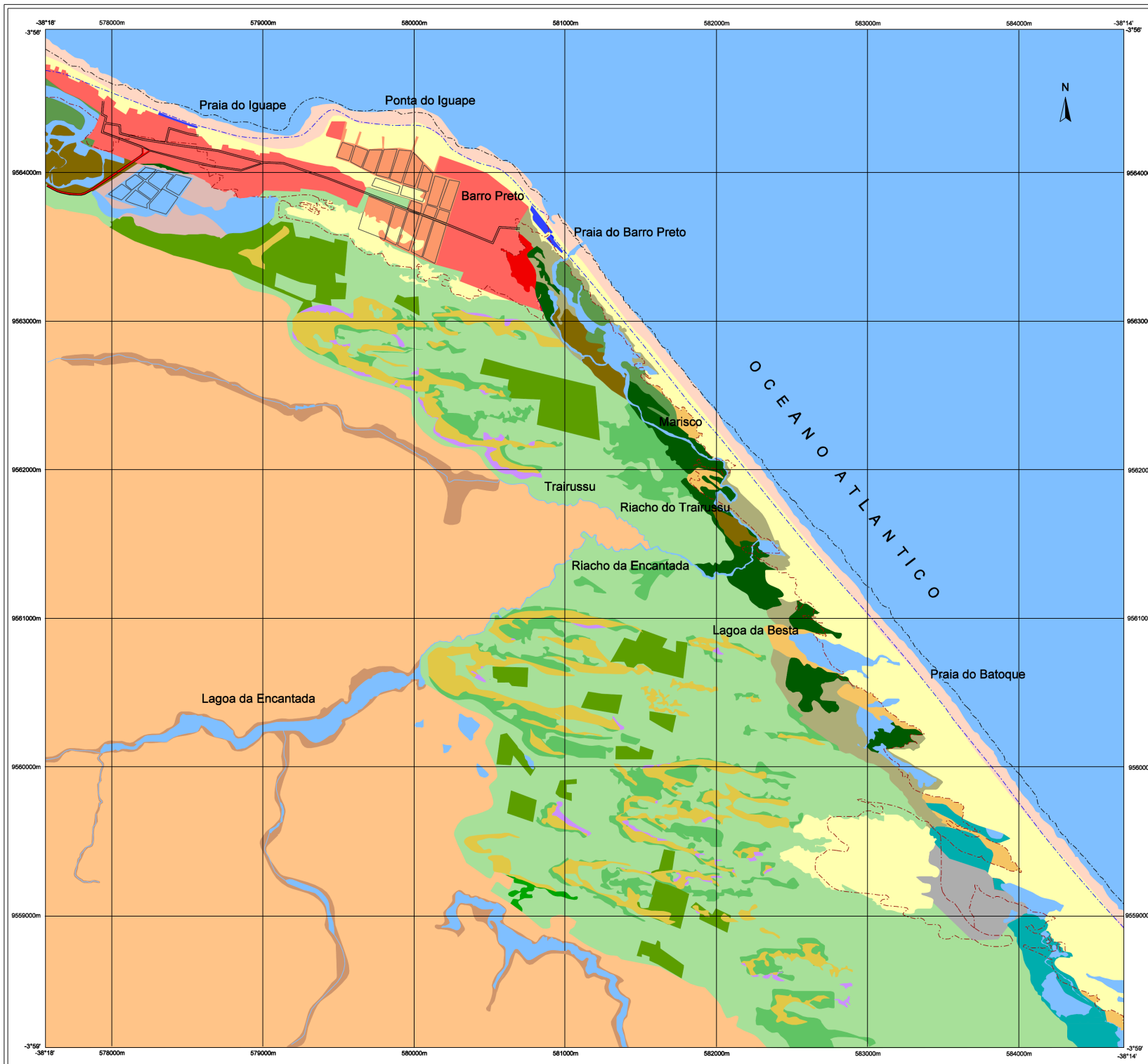
De imediato, o mapa 05 mostra que, nos campos de dunas, houve, na área de duna fixa, redução dos agroecossistemas e aumento da cobertura vegetal nas cristas e encostas dessas feições.

Em 1958, as dunas fixas com cultivos totalizavam cerca de 83 ha. Hoje, em razão do abandono destas áreas, ocorreu o aumento da cobertura vegetal, com a regeneração destes setores.

Nas cristas e encostas das dunas, com cobertura vegetal espaçada, e nos corredores de deflação, também ocorreu aumento da vegetação. Houve diminuição destas unidades, pois os números passaram de 217,6 em 1958, para apenas 110,9 ha em 2007. O acréscimo de vegetação, porém, foi de 48,9%.

Unidades geoambientais, vegetação, formas de uso e ocupação						
Unidade Geoambiental	1958 (ha)	2007 (ha)	Período de 50 anos (1958 – 2007)			
			Aumento de área (ha)	%	Redução de área (ha)	%
Praia	98,6	73,8	-		24,8	25,1
Pós-praia e dunas móveis	397	262,4	-		134,6	33,9
Dunas fixas	745,5	914,7	169,2	18,4	-	-
Cristas/encontas de dunas com vegetação espaçada e corredores de deflação	217,6	110,9	-		106,7	48,9
Ocupações em área dunas móveis	-	105,6	105,6	100	-	-
Dunas móveis com loteamento	-	30,7	30,7	100	-	-
Dunas móveis com barracas	-	1,6	1,6	100	-	-
Cultivos em dunas fixas	83,2	-	-		83,2	100
Cultivos em dunas móveis	10,7	22,3	11,6	52	-	
Manguezal	76,9	69,7	-		7,2	9,3
Salgado e Apicum	79,9	56,8	-		23,1	28,9
Ocupações em área de manguezal	-	4	4	100	-	
Lagamar do Iguape	9,5	38,1	28,6	75		
Salinas	-	10,9	10,9	100		
Lagoa permanente	81,9	98,7	16,8	17		
Lagoa permanente com tabuba	-	27,1	27,1	100	-	
Lagoa temporária	6,6	13,9	7,3	52,3		

Quadro 02 - Unidades geoambientais, vegetação, formas de uso e ocupação do litoral leste de Aquiraz.



Universidade Federal do Ceará
Departamento de Geografia

Programa de Pós-graduação em Geografia
Linha de Pesquisa: Estudo sócioambiental da Zona Costeira

Título da Dissertação: As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE: evolução, dinâmica e gestão ambiental

Mestranda: Geisa Silveira do Nascimento
Orientador: Edson Vicente da Silva

Mapa 05 - Dinâmica Espacial das Unidades Geoambientais do Litoral Leste de Aquiraz/CE (1958 - 2007)

LEGENDA

- Praia
- Pós-praia e dunas móveis
- Dunas fixas
- Cristas/econtas de dunas e corredores de deflação
- Dunas móveis com ocupação urbana
- Dunas móveis loteadas
- Crescimento da vegetação de duna
- Redução da vegetação de duna
- Manguezal
- Crescimento do Manguezal
- Salgado e apicum
- Crescimento do Salgado e Apicum
- Redução do salgado e apicum
- Manguezal com ocupação urbana
- Avanço dunar
- Lagoas
- Lagoa com tabuba
- Planície fluvio-lacustre
- Tabuleiro litorâneo
- Barracas de praia
- Área de Cultivo

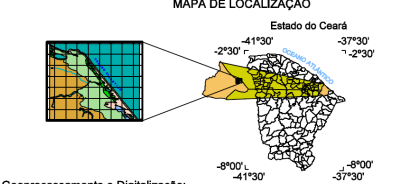
Convenções

- Rio
- Estrada com pavimentação
- Estrada sem pavimentação
- Linha de praia em 1958
- Limite da faixa de praia em 1958
- Limite das dunas móveis em 1958

Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator
Escala 1:25.000

Declinação Magnética em 2007
Convergência Meridiana do Centro da Folha

A declinação magnética cresce -0°02'02" anualmente



As dunas móveis foram analisadas junto com a faixa de pós-praia. Nessas unidades, houve redução de 134,6 ha. Tal fato decorre da ocupação dessas áreas por casas – de primeiras e segundas residências –, barracas, lotes e cultivos. A ocupação residencial, os loteamentos sobre o promontório do Iguape e as barracas de praia somam atualmente cerca de 130 ha. Os processos naturais, como a ampliação da área de salgado e apicum sobre a faixa de dunas móveis e o avanço dunar, cerca 11 ha, sobre o manguezal contribuíram para este balanço negativo.

A migração dunar também ocorreu sobre o campo de dunas fixas; o avanço e mudança de morfologia mais intensa ocorreu no lençol de areia próximo ao setor litorâneo do Batoque. O avanço dessa duna, em relação a sua posição em 1958, foi aproximadamente 195m.

A inter-relação das dunas com a praia, o manguezal e as lagoas também produziram alterações espaciais. Nas praias, houve redução. Em 1958, a faixa praial tinha cerca de 98 ha e em 2007 este número diminuiu para 73,8 ha. Em razão da dinâmica diária presente nessa unidade, das variações das marés, do processo eólico e da deriva litorânea, apresenta-se como proposta a realização de um monitoramento da área, para que, assim, a análise da dinâmica espacial seja mais precisa.

O manguezal, embora tenha se expandido em alguns setores, sua área total reduziu cerca de 9% . Um dos motivos é o soterramento, do manguezal de franja, ocasionado pela migração de dunas móveis. No mapa (figura 46), é visível este assoreamento.

A ocupação residencial também contribuiu para diminuição desta unidade. Os trechos com ocupações ocorrem, sobretudo, no Barro Preto; a área urbanizada é cerca de 4 ha. Outras atividades humanas como o desmatamento, a retirada da madeira para carvão e cercas de casas, também foram constatadas nesta área. Tais atividades aceleram o processo natural de sedimentação eólica, contribuindo para a redução do manguezal.

As áreas com expansão de vegetação de manguezal são, principalmente, algumas partes da planície fluvio-marinha do Iguape, onde alguns setores de apicum e salgado transformaram-se em bosques de mangue. Normalmente, o desenvolvimento desta vegetação está relacionado ao predomínio de agentes deposicionais.

O lagamar do Iguape, atualmente, tem cerca de 38 ha. Em 1958, sua área possuía apenas 9,5 ha. Ocorreu, assim, expansão local de 75% sobre antigas áreas de salgado e apicum.

A exploração do sal acarretou na implantação de uma salina no lagamar, com cerca de 10 ha e contribuiu para redução das áreas de salgado e apicum.

A manutenção das lagoas tem relação direta com as dunas. Na área de pesquisa, as lagoas perenes são, em parte, abastecidas pelas águas presentes nos substratos sedimentares dessas unidades. Normalmente, as lagoas se localizam no tabuleiro, próximo aos campos dunares.

Nas comparações realizadas nesses ambientes aquáticos, notou-se aumento de 17%. Nesta análise, porém, foi preciso considerar as irregularidades das precipitações pluviométricas no Estado do Ceará que, historicamente, sempre provocaram mudanças no meio ambiente, e, nesse caso, no volume destes recursos hídricos.

Nas fotografias aéreas de 1958, não aparece um curso fluvial significativo presente no manguezal de franja no mapa de 2007. É um indicativo de que 1958 foi um período de menor precipitação, sendo esta a causa considerada para menor volume de água nos recursos hídricos nesse ano.

As lagoas temporárias possuem regime irregular, dependem do volume das precipitações pluviométricas para ascensão dos lençóis freáticos, responsáveis por sua formação. De acordo com os estudos, 2003 foi um ano de maior precipitação. Foi constatado aumento de 7,3 ha nessas unidades.

Mediante observações, referentes à evolução, foi possível compreender como ocorreram as transformações na área estudada, ao longo destes quase 50 anos. A constante dinâmica da paisagem, ampliou, reduziu e transformou as unidades. Dunas fixas regeneradas de desmatamento e agroecossistemas, aumento na vegetação sobre as cristas e encostas, avanço dunar sobre o manguezal e novas ocupações urbanas, todas essas modificações auxiliaram a entender as limitações, o potencial de regeneração e a dinâmica presente nessa paisagem.

O próximo passo, diante desse contexto, consiste, então, em uma nova análise das condições geoambientais e dos impactos decorrentes dessas transformações, um diagnóstico da área estudada, que tem como finalidade apresentar medidas e propostas, visando à mitigação de alterações naturais e humanas neste espaço litorâneo.

CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

6. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

Para um melhor esclarecimento sobre as condições sócio-ambientais do litoral leste de Aquiraz, faz-se necessário dar ênfase a um breve histórico deste Município. O histórico proporcionará o entendimento de como ocorreu a ocupação, quais foram e quais são as principais atividades econômicas, e ainda destacará as comunidades presentes na área pesquisada. O capítulo se encerra com uma abordagem sobre os campos de dunas e as suas principais formas de uso e ocupação

6.1 Aspectos gerais do Município de Aquiraz e da área de pesquisa

O Município de Aquiraz foi criado em 13 de fevereiro de 1699, por ordem do rei de Portugal, quando, em Carta Régia, se determinava à Corte a criação da Vila do Ceará. O rei omitiu-se no tocante à localização, deixando ao Capitão-General, Governador de Pernambuco, a escolha que melhor aprovesse. A figura 42 demonstra onde se iniciou e atualmente se situa esse município, tendo como base o mapa da Região Metropolitana de Fortaleza.



FIGURA 42 – Localização do Município de Aquiraz.

Nesse período histórico, Aquiraz não se destacava no cenário econômico cearense, pois o reduto portuário do Iguape era mais forte, sob o ponto de vista

econômico, e demograficamente mais bem favorecido. O Iguape, nessa época, era uma espécie de colônia pesqueira, onde moravam algumas pessoas de certa influência. Realizando uma analogia com Fortaleza, essa era habitada quase exclusivamente por militares, abrigava o chefe da Capitania e do Poder Eclesial, representado pelo Capelão-Mor do Presídio.

A situação de Aquiraz foi se alterando ao longo dos anos. O seu porto passou a escoar produtos como carne e farinha para outras localidades (século XVII). Nesse período, Aquiraz tornou-se a primeira capital do Ceará e, em virtude desse fato, houve gradativamente um aumento populacional.

As primeiras ocupações na parte leste de Aquiraz foram efetivadas por pescadores. A população, no início da primeira metade do século XX, chegava a duzentos moradores e a paisagem local era dotada de cenários naturais belíssimos. As formas de uso e ocupação eram bem diferentes das que são vistas hoje e a relação com o meio ambiente também era bem mais harmoniosa.

Atualmente, o Município localiza-se na Região Metropolitana de Fortaleza, porção nordeste do Estado do Ceará, distante aproximadamente 21 km da Capital em linha reta e é composto por oito distritos: Aquiraz (sede), Camará, Caponga da Bernarda, Jacaúna, Justiniano de Serpa, Patacas, Tapera e João de Castro, distribuídos em 480,976 km² (IBGE/IPECE, 2005). De acordo com o último censo, Aquiraz possui uma população de 60.574 habitantes, divididos entre zona rural, urbana, sítios, loteamentos e praias.

As melhores condições de infra-estrutura encontram-se na sede, onde esta dispõe de abastecimento de água, energia elétrica, telefonia, agências bancárias, hospital, escolas de ensino fundamental e médio. Nos outros distritos, o quadro das condições de infra-estrutura está composto por postos e centros de saúde e escolas, percebendo-se maior carência, principalmente quanto ao saneamento básico, sendo um fator preocupante que requer maior atenção por parte do Poder Público.

A economia de Aquiraz tem como base principal a pesca, o artesanato e a agricultura de subsistência, com cultivos de feijão, milho e mandioca, dentre outros. A pecuária com a produção avícola, de ovinos e suínos, o extrativismo vegetal da carnaúba, a extração de lenha, as micro e pequenas indústrias, como as de aguardentes, produtos minerais não metálicos, produtos alimentares e de construção civil e o extrativista mineral também configuram o cenário econômico local.

De acordo com PDDU de Aquiraz (2001), os atrativos naturais de sua paisagem, composta por praias, campos de dunas, fontes de água, lagoas, lagunas, coqueirais e manguezais tornam esse município, um dos mais visitados do litoral cearense. O turismo vem desenvolvendo a economia na região, com a implantação de bares, restaurantes, hotéis e pousadas, dentre outros atrativos.

Nesse atual contexto, este trabalho pretende mostrar as distintas formas de utilização da área de pesquisa, em particular, dos campos de dunas; demonstrar as inter-relações existentes entre o meio ambiente e as atividades humanas, com as causas, os efeitos e conseqüências ocasionadas por estas ocupações. Assim, a pesquisa lançou um olhar e analisou as formas de uso existentes no Barro Preto, no Iguape e na comunidade indígena Jenipapo-Kanindé.

© **Barro Preto e Iguape**

Barro Preto e Iguape tiveram um início de ocupação similar ao de outras praias do litoral cearense, com uma pequena vila de pescadores, casas afastadas uma das outras, de parede e coberturas de palha e sem energia elétrica. Os moradores dependiam diretamente dos recursos naturais, do mar e das lagoas, para pesca e lavagem de roupa, das dunas para o extrativismo vegetal, dos manguezais para coleta de mariscos e crustáceos (CARDOSO, 2002). As inter-relações das comunidades com o meio ambiente, nesse período, não causavam alterações ambientais expressivas em relação às vistas hoje.

Com o decorrer dos anos, principalmente a partir da década de 1970, foi intensificado o uso de áreas litorâneas pelas atividades de turismo e lazer. Desde então, a situação desse litoral começou a mudar e perder as peculiaridades de vila de pescadores, conseqüentemente, a relação com o meio ambiente também foi modificada.

A chegada de famílias vindas de Fortaleza promoveu, cada vez mais, o aumento de visitantes, registrando-se assim, a valorização das faixas de praia, e iniciou nessas localidades a especulação imobiliária. A paisagem começou a modificar-se e perder as suas características de vila. Pouco a pouco, as casas dos pescadores deram lugar às construções de casas de veraneio, residências e barracas à beira mar, as áreas de praias e pós-praia ficaram cada vez mais disputadas (figura 43).

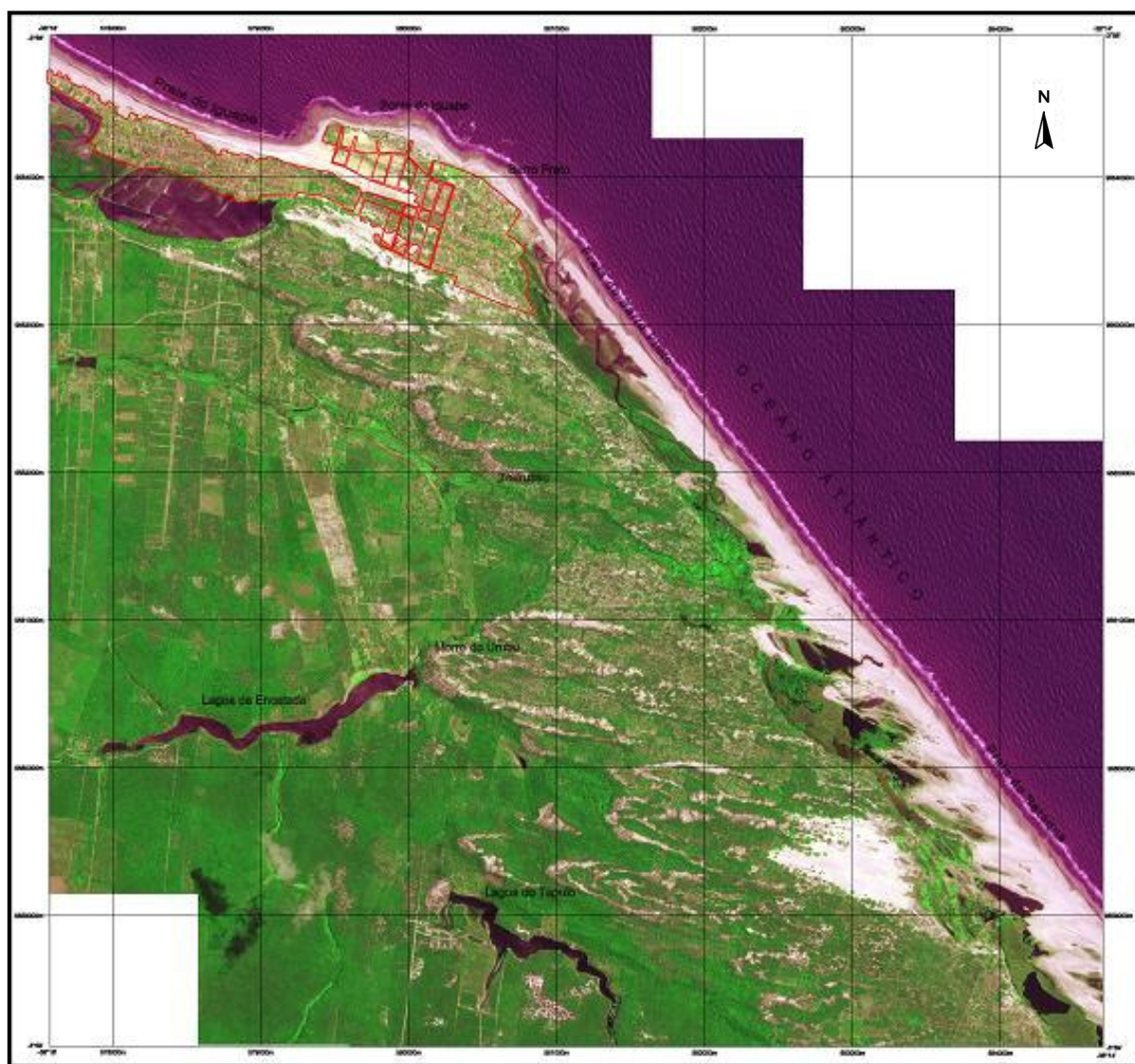


FIGURA 43 – Ocupação residências e área loteada no litoral leste de Aquiraz, com base na imagem *Ikonos*, 2003.

Atrelado a esse aumento do turismo, iniciou outra forma de ocupação. A população local começou a deslocar-se para terrenos mais afastados da praia.

Foram aumentando o número de casas, estabelecimentos comerciais e estradas de acesso, permitindo, ainda mais, o fluxo de visitantes na área (CARDOSO, 2002).

Para melhor atender os turistas, foi sendo alterada a infra-estrutura local, construindo-se hotéis e pousadas, e, assim, os impactos ambientais foram constatados na paisagem natural. Em meio às mudanças, houve também um aumento da população e intensificação das formas de uso e ocupação acarretando a progressiva perda da qualidade ambiental na área.

Hoje, as mudanças neste espaço litorâneo são observadas nas ocupações das unidades geoambientais. A população das zonas residenciais do Iguape e Barro Preto somam 5596 habitantes. As construções são, na sua maioria, casas de primeiras residências localizadas à retaguarda das casas de veraneio. De acordo com a Secretária Municipal de Saúde (2006), nessas localidades, grande número de casa ainda são de taipa revestida, possui abastecimento de água, pela rede pública, e energia elétrica (quadro 03).

População		Barro Preto (habitantes)	%	Iguape (habitantes)	%
Habitantes	Feminino	1.490	50,24	1.271	48,32
	Masculino	1.476	49,76	1.359	51,67
	Total	2.966	100	2.630	100
Infra-estrutura		Barro Preto (residências)	%	Iguape (residências)	%
Tipo de casa	Tijolo/adobe	4	0,51	16	2,22
	Taipa revestida	644	81,42	632	87,66
	Taipa não revestida	143	18,07	73	10,12
	Total	791	100	721	100
Abastecimento de água	Rede pública	607	76,74	324	44,94
	Poços ou nascentes	88	11,13	288	39,94
	Outros	96	12,14	109	15,12
Energia elétrica	Rede Pública	678	85,71	639	88,63
	Outros	113	14,29	82	11,37
Saneamento básico (fezes e urina)	Sistema de esgoto	367	46,40	172	23,86
	Fossa	393	49,68	436	60,47
	Céu Aberto	31	3,92	113	15,67
Destino do lixo	Coleta Pública	378	31,37	323	36,81
	Queimado/Enterrado	347	66,60	330	60,66
	Céu Aberto	66	2,23	68	2,59

Quadro 03 – Informações sobre atenção básica do Iguape e Barro Preto.

No sistema de esgoto, ainda prevalece o uso de fossas nas duas localidades. No caso dos resíduos sólidos, a maior parte tem como destino a queima ou são enterrados, mas a coleta pública está presente na rotina de muitos moradores.

Ainda em termos de infra-estrutura, a educação nessas localidades conta com creches municipais e particulares, Escolas de Ensino Fundamental e Médio. Possuem posto policial, igrejas, praças, posto de saúde e, no Iguape, encontra-se um cartório.

As atividades econômicas são marcadas pela pesca, artesanato, agricultura, extrativismo vegetal e mineral, comércio e o turismo. Essas atividades influenciam nas alterações ambientais. São vários os impactos observados nas áreas ocupadas, tanto no Barro Preto como no Iguape. É possível verificar árvores de mangue cortadas, para a sua utilização como carvão vegetal e como madeira para construção de cercas para casas. A degradação vem aumentando progressivamente, em função do desmatamento da área de manguezal para construções de casas, hotéis e barracas (figura 44 e 45). O lixo é mais um problema preocupante dessa unidade geoambiental.



FIGURA 44 – Empreendimentos turísticos no Barro Preto - hotel e barracas na área de dunas móveis.

Nascimento, 2006.



FIGURA 45 – Ocupação irregular na área do manguezal do Iguape.
Nascimento, 2006.

Atividades vinculadas ao comércio e turismo estão presentes na forma de pousadas, hotéis, barracas, pequenos comércios e bares. As barracas situadas à beira-mar possuem infra-estrutura adequada a esse tipo de equipamento turístico, com chuveiros, banheiros e uma tranquilidade que agrada aos visitantes. Geograficamente, estão situadas na área de pós-praia, dunas móveis e algumas na praia do Barro Preto, bem próximo ao manguezal (figura 16).



FIGURA 46 – Empreendimentos turísticos no Barro Preto e no Iguape - Barracas na área de dunas móveis.
Nascimento, 2006

A pesca é uma das mais importantes atividades econômicas. Entre as espécies mais exploradas no mar estão a cavala, o pargo e o sirigado. Dentre os

peixes menores estão a biquara, a mariquita, a cangulo, a guaiúba, a saúna, a sapurana e o ariacó, além da exploração do camarão e do siri.

Muitos pescadores não conseguem sobreviver apenas da atividade pesqueira e desempenham outras formas de ocupação para complementar a renda, como: implantação de pequenos estabelecimentos comerciais e prestação de serviços terceirizados.

A relação das atividades turísticas com as unidades geoambientais carece de maior atenção, principalmente, no caso das barracas situadas sobre as dunas móveis. As barracas e suas dependências são verdadeiros obstáculos ao transporte sedimentar. A situação, em termos socioeconômicos, se complica em virtude da intensa migração das areias, que soterram estes empreendimentos ocasionando prejuízos financeiros aos seus proprietários (figura 47). As dunas móveis são, definitivamente, frágeis e intensamente dinâmicas para comportar esse tipo de atividade.



FIGURA 47 - Soterramento das barracas na praia do Barro Preto.

Nascimento, 2006

As feições dunares localizadas sobre o promontório do Iguape são as unidades com transformações mais marcantes. Dunas ativas, situadas em áreas de pontas litorâneas, têm como característica o *by pass* costeiro. Nesse caso, essa forma de transporte de sedimentos encontra-se, em parte, interrompido pelas 2ª residências e loteamentos que fixou alguns setores dessa área (figuras 48, 49 e 50).



FIGURA 48 – Segunda residência em área de dunas móveis

Nascimento, 2007



FIGURA 49 – Loteamento em área de dunas móveis.

Nascimento, 2007



FIGURA 50 – Área de dunas móveis loteadas, com instalação de rede de esgoto.

Nascimento, 2007

Alguns trechos das áreas dunares e depressões interdunares estão sendo utilizados como áreas residenciais, ocupadas por casas de baixo e médio porte, com instalações simples e formas de ocupação desordenada. Algumas dessas residências sofrem com avanço dunar e com o acúmulo de resíduos sólidos (figura 51).



FIGURA 51 – Área de dunas móveis com lixo a céu aberto.
Nascimento, 2007

As formas de uso e ocupação desses setores da área de pesquisa promovem um desequilíbrio ambiental. As dunas estão com a paisagem descaracterizada em razão da fixação artificial, do desmonte e da alteração dos fluxos sedimentares, que prejudicam toda a dinâmica natural.

As alterações desencadeiam efeitos em outras unidades geoambientais. O resultado é observado no assoreamento da planície fluviomarinha, rios e lagoas. Esse tipo ocupação mostra-se, então, indevido, no que diz respeito à conservação das paisagens naturais.

© **A Terra Indígena Jenipapo-Kanindé**

A Terra Indígena Jenipapo-Kanindé localiza-se no entorno da lagoa da Encantada, em um território com 1.075 hectares. Abrange as lagoas do Tapuio, da Sucurujuba, lagamar do Marisco, nos limites das praias do Batoque, Barro Preto e Iguape, no Município de Aquiraz, Ceará. A figura 52 representa os limites geográficos da T.I. Jenipapo-Kanindé dentro da área pesquisada.

Essa tribo indígena possuía anteriormente a denominação de Payaku, nome referente a um peixe do litoral nordestino. Falam apenas o português e não há registros da sua língua original.

Até o final da década de 1980, os Jenipapo-Kanindés mantiveram-se relativamente isolados em sua área atual e nas proximidades dos manguezais do Marisco e Barro Preto. Eram denominados, por seus vizinhos não índios, de “cabeludos da lagoa da Encantada”. Antes de fixarem-se definitivamente às margens dessa lagoa, viviam próximo do riacho do Barro Preto, onde atualmente se localiza a comunidade da praia com esse mesmo topônimo (SILVA, 2007).

Os Jenipapo-Kanindés, na maioria, possuem títulos individuais dos terrenos onde vivem desde 1997 e aguardam a definitiva efetivação de sua Terra Indígena (SILVA, 2007).

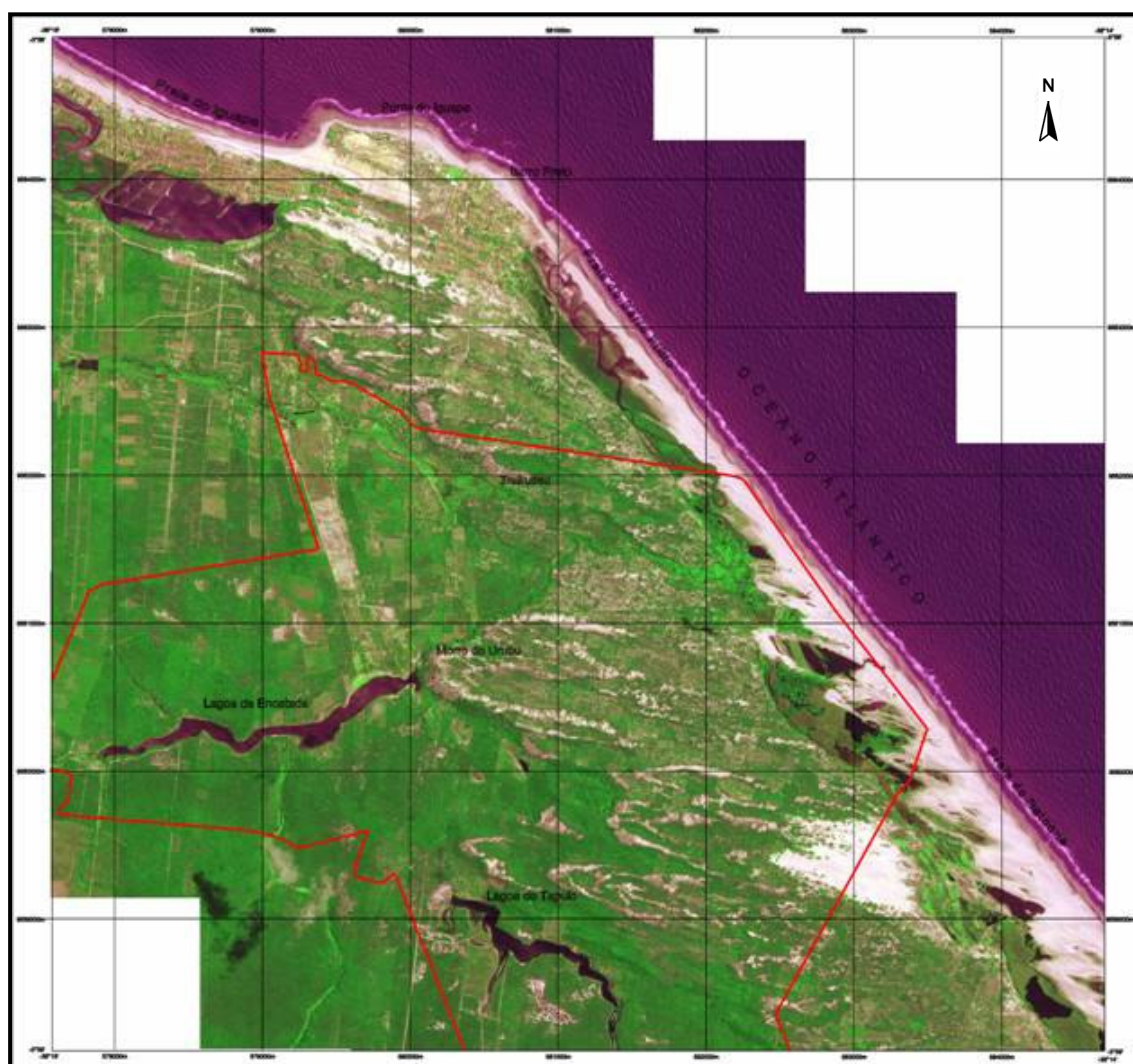


FIGURA 52 – Limite da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé com base na Imagem *Ikonos*, 2003.

Atualmente, a tribo é formada por 74 famílias com suas respectivas residências totalizando 362 índios. A subsistência do grupo está baseada em

atividades como agricultura, coleta de frutos, pesca e artesanato. Os índios plantam mandioca o ano todo e, após o período de chuvas, quando a lagoa da Encantada diminui o seu volume hídrico, cultivam nas suas margens milho, feijão, batata-doce, jerimum, maxixe e hortaliças (figuras 53 e 54). A coleta de caju, murici, manga, coco e outras frutas é sazonal realizada nas áreas de dunas e regiões interdunares.

A produção de hortaliças é bastante significativa, tendo se expandido, principalmente, nos últimos dez anos, em função da demanda municipal e da potencialidade hídrica favorável. Os principais cultivos são coentro, cebolinha, couve, alface, tomate e pimentão (SILVA, 2007).



FIGURA 53 – Área de cultivo na margem esquerda da lagoa da Encantada.

Nascimento, 2006.



FIGURA 54 – Área de cultivo na margem direita da lagoa da Encantada.

Nascimento, 2006.

A pesca ocorre nas lagoas da área. A da Encantada é a principal, seguida pela Sucurujuba, Tapuio, Jacundá, Traíra, Lagoinha e Basília (figura 55, 56 e 57). A forma mais utilizada nessa atividade pesqueira são as armadilhas colocadas dentro das lagoas. Os peixes são para o consumo interno e a principal fonte de alimento protéico. A fauna piscícola das lagoas é constituída por cará-tilápia, cará-preto, traíra, jacundá, piaba, muçum, camurim, carapeba, cangati, iuiú, piau, sarapó, pataca e curimatã. As lagoas também são utilizadas como alternativa de lazer (figura 58).



FIGURA 55 – Vista aérea da lagoa da Encantada.
Nascimento, 2006.



FIGURA 56 – Vista panorâmica da lagoa da Sucurujuba.

Nascimento, 2007.



FIGURA 57 - Lagoa do Tapuio, situada no setor leste da T.I.
Nascimento, 2007.



FIGURA 58 - Práticas de lazer na lagoa da Encantada.

Nascimento, 2007.

O artesanato é produzido com materiais retirados da mata, como madeiras e cipós, empregados na fabricação de cestos, cadeira e sofás, entre outros produtos. Algumas árvores, como jatobá, são aproveitadas na produção de adornos indígenas (colares, pulseiras, cocares, brincos, outros). Também utilizam palha de carnaúba, taboca, sementes de jiriquiti, imburana, pau-brasil, linhaça, mucunã, mata-pasto, podói catingueira e oro, penas de aves domésticas e casca do coco-da-baía. (SILVA, 2007)

Os artigos produzidos são comercializados em espaços destinados à divulgação da cultura indígena. Podem ser permanentes, como é caso da loja de artesanato da EMCETUR, ou ser vendidos em eventos que valorizam esse modo de vida. As mulheres produzem um bonito artesanato, com renda de bilro, crochê,

labirinto e bordados. Entre os principais produtos citam-se roupas, tapetes, toalhas e caminhos-de-mesa.

Uma nova atividade foi implantada recentemente na tribo, por meio de um projeto apoiado pelo VISE SUS. O projeto Vaca Leiteira inseriu na comunidade a pecuária. Os índios contam com 4 (quatro) vacas, juntas produzem diariamente o leite para uma parte da comunidade. A distribuição prioriza as famílias que possuem crianças com desnutrição e vem gradativamente diminuindo este problema.

Em termos de infra-estrutura, na Terra Indígena Jenipapo-Kanindé, cerca de 30% das casas são de taipa. As madeiras mais utilizadas nas construções são pau-ferro, peroba-preta, maçaranduba e imburana.

A tribo conta com uma escola diferenciada indígena, lecionando do Jardim a 8ª série, onde são repassados, além dos conteúdos escolares, a cultura desse povo. É composta por 9 professores indígenas, setenta e três alunos e ainda possui um projeto de Educação de Jovens e Adultos, atendendo trinta e seis estudantes (SILVA, 2007) . A estrutura física do prédio é muito precária, pois existem apenas quatro salas de aula e a capacidade é para apenas quinze alunos em cada uma (figura 59).



FIGURA 59 – Escola Indígena Diferenciada.
Nascimento, 2007.

O posto de saúde está funcionando desde novembro de 2005, mantido pela FUNAI, FUNASA, em parceria com a Prefeitura de Aquiraz (PSF) e o Governo do Estado do Ceará (Secretaria de Saúde). Conta com onze funcionários, incluindo médico, dentista, enfermeira e agentes de saúde, entre outros. Todas as famílias da tribo estão cadastradas nessa unidade. (figura 60).



FIGURA 60 - Posto de Saúde da T.I.

Nascimento, 2007.

Há um reservatório mantido pela FUNASA, que permite a distribuição de água de origem subterrânea para boa parte da comunidade (figura 61). O serviço de energia elétrica beneficia a todos, porém, não há sistema de esgotamento sanitário. Das quarenta e sete residências, apenas metade possui fossas sépticas. Também não existe um sistema de coleta de resíduos sólidos, e o lixo é enterrado ou queimado a céu aberto.



FIGURA 61 - Reservatório d'água e chafariz na T.I

Nascimento, 2007

Existem duas casas de farinha, sendo uma comunitária, construída com apoio de projetos governamentais (figura 62). Todos os agricultores são beneficiados; a farinha fabricada é utilizada para consumo interno, e, quando há

excedente, é comercializada para a compra de outros produtos não produzidos pela comunidade.



FIGURA 62 – Casa de farinha comunitária na T.I
Jenipapo-Kanindé. Nascimento, 2007.

Também há pequenos comércios, atendendo apenas algumas exigências básicas de consumo; correspondem a duas bodegas, onde é proibida a venda de bebidas alcoólicas (figura 63).



FIGURA 63 – Pequeno comércio na T.I.
Nascimento, 2007.

Na Terra Indígena há moradores que não são da etnia Jenipapo-Kanindé. São considerados pela comunidade como invasores. Os índios tentam por meios legais a sua expulsão da área. Os posseiros utilizam os recursos naturais e, em alguns casos, de forma predatória, promovendo uma série de impactos ambientais, como desmatamento e queimadas (Figura 64 e 65).



FIGURA 64 – Queimada realizada às margens da Lagoa do Tapuio por moradores não indígenas.
Nascimento, 2007.



FIGURA 65 – Desmatamento às margens da Lagoa do Tapuio por moradores não-indígenas.
Nascimento, 2007.

Há na T.I. elevado potencial natural, constituído por lagoas temporárias e permanentes, fonte de olhos d'água e alguns riachos na área de tabuleiro, além das dunas e dos manguezais .

Por esse motivo, existem preocupações com os tipos de uso na área. Algumas atividades indígenas, apesar de realizadas em dunas fixas e nas margens de lagoas, não provocam significativas degradações ambientais. As ferramentas agrícolas utilizadas são rudimentares e as terras habitadas por índios são consideradas pela comunidade como sagradas.

A conservação dos recursos naturais é imprescindível para o bem-estar e necessária à reprodução física e cultural indígena, segundo seus usos, costumes e tradições (MINISTÉRIO PÚBLICO, 1998). Esse estilo de vida tem como base essa realidade ambiental e por isso promovem poucos impactos no meio ambiente. O isolamento que por muito tempo perdurou e a pouca pressão exercida pela população local também auxiliaram na conservação desse elevado potencial natural.

A demarcação da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé, ocorrida em 1997, não decorreu apenas do cumprimento de uma lei prevista na Constituição Federal e no Estatuto do Índio, foi ao mesmo tempo, uma forma de conservar o meio ambiente contra as crescentes investidas imobiliárias nesse setor litorâneo e proteger essa área de futuras degradações ambientais.

CAPÍTULO 7 - DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE MANEJO AMBIENTAL

7. DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE MANEJO AMBIENTAL

A elaboração do diagnóstico ambiental teve como base a análise da evolução dos campos de dunas e os dados adquiridos no decorrer do trabalho. Com esses estudos, foi possível entender as inter-relações existentes entre as unidades de paisagem e os componentes ambientais, físicos, biológicos e humanos, além da dinâmica presente na área.

Para melhor elaboração, primeiramente foram analisados os principais impactos ambientais com seus respectivos problemas. Posteriormente, foi exposto um quadro geral das condições geoambientais e em seguida apresentadas as potencialidades e as propostas de gestão.

Na área de pesquisa, a maior parte das unidades geoambientais encontra-se em estado natural, ou seja, bem conservadas, no entanto, há espaço litorâneo existem setores com alterações ambientais aparentes.

O trabalho usou a definição de impactos ambientais, de acordo com o CONAMA (1986), Resolução 001 de 23/01/1986, onde se entende como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria e energia resultantes de atividades humanas.

Neste diagnóstico, incluem-se todas as unidades geoambientais presentes na área de pesquisa, apesar de o foco ser os campos de dunas. Objetiva-se, desta maneira, realizá-lo de forma integrada, pois as dunas integram um sistema maior, o litoral, no qual há intensa troca de matéria e energia. Os impactos produzidos nesses ambientes desencadeiam efeitos em outras unidades.

7.1 Problemas ambientais: impactos, efeitos e conseqüências

O quadro 04 é uma síntese das principais alterações ambientais ocorridos nos setores ocupados da área de estudo. Por meio dele, é possível perceber quais unidades carecem de maior atenção, em razão das formas indevidas de utilização.

No estudo, serão consideradas as formas de uso e ocupação, com seus respectivos impactos e efeitos. Para melhor espacialização e visualização do

problema, foi produzida uma foto imagem, com a identificação de alguns impactos e das principais formas de uso e ocupação distribuídos na área (foto imagem 01).

Unidades geoambientais	Formas de uso e ocupação	Problemas Ambientais Impactos e efeitos
Mar litorâneo	Pesca e lazer	Pesca predatória
Praia e Pós-Praia	Barracas de praia, construções, lazer, ancoradouro de barcos de pesca e turismo	Ação abrasiva das marés, interrupção do fluxo sedimentar, acumulação de resíduos sólidos, trânsito de veículos e descaracterização da paisagem
Planície Fluviomarinha	Barracas de praia, pesca, extrativismo vegetal, salinas e pecuária	Compactação, queimadas, eliminação da vegetação e acumulação de resíduos sólidos com poluição do manguezal, e trânsito de veículos e a descaracterização da paisagem
Dunas Móveis	Residência, loteamentos acumulação de resíduos sólidos, estradas e trilhas	Interrupção do fluxo sedimentar, redução do potencial de infiltração, avanço dunar sobre as construções, poluição e descaracterização da paisagem
Dunas Fixas	Residências, casas de veraneio, extrativismo, agricultura, acumulação de resíduos sólidos, estradas e trilhas	Interrupção do fluxo sedimentar, redução do potencial de infiltração, poluição, desmatamento, remobilização e descaracterização da paisagem
Planície Flúvio-lacustre	Pesca, agricultura, cultura temporária, pastagem e extrativismo vegetal	Desmatamento, assoreamento, poluição do solo e da água
Tabuleiro Litorâneo	Agricultura, depósitos de resíduos sólidos, pecuária e lazer	Desmatamento e poluição do solo

Quadro 04 - Unidades geoambientais, formas de uso e ocupação e problemas ambientais.

Os desmatamentos, com base nas checagens de campo, ocorrem em poucos setores de dunas fixas e nas áreas de tabuleiro litorâneo. No tabuleiro, foi constatado na Terra Indígena Jenipapo-Kanindé às margens da lagoa do Tapuio. Essa prática é utilizada por invasores e algumas vezes pelos próprios índios. O agravante são as queimadas, e, normalmente, as áreas desmatadas e queimadas são utilizadas para agricultura.

Apesar de nem tão expressivas espacialmente, esse impacto deve ser bem fiscalizado, pois promove erosão das margens dos rios, lagoas e manguezais, além da diminuição da biodiversidade e descaracterização da paisagem.

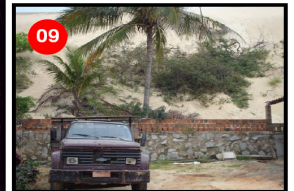


TÍTULO:

AS DUNAS DO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ/CE: DINÂMICA, EVOLUÇÃO E GESTÃO AMBIENTAL

FOTOIMAGEM 01:

FORMAS DE USO, OCUPAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ/CE



LEGENDA

01 – 2ª Residência em dunas móveis
02 – Loteamentos em dunas móveis
03 – 1ª Residência em dunas móveis
04 – Barcos ancorados na pós-praia
05 – Hotel na área de manguezal do Barro Preto

06 – Pecuária no manguezal do Marisco
07 – Cultivo as margens da lagoa da Encantada
08 – Lixo a céu aberto no manguezal do Iguape

09 – Avanço dunar sobre área residencial e extrativismo mineral no Iguape
10 – Soterramento de barracas na praia do Barro Preto
11 – Desmatamento e queimada nas margens da lagoa do Tapuio

Nas dunas fixas, a retirada da cobertura vegetal, promovida em grande escala, pode voltar a remobilizar os sedimentos dunares, mediante a ação eólica, e promover maiores impactos sócio-ambientais, como o soterramento de áreas urbanas, além de assorear rios, lagoas e planície fluvio-marinha.

Esse impacto ocorre nos manguezais, principalmente, no Barro Preto e Iguape. A vegetação dessa unidade é utilizada, segundo moradores, para o revestimento de casas e na produção de carvão vegetal. A espécie mais explorada é o mangue branco (*Laguncularia racemosa*).

O lixo vem se tornando um grande problema nas áreas litorâneas. A constante deposição de resíduos acarreta a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, promovendo, também, o aumento de doenças na população local.

Na praia e pós-praia, nos setores com barracas, nota-se maior acúmulo de resíduos sólidos (latas de refrigerantes, pontas de cigarro, garrafas plásticas, tampinhas de cerveja e coco, entre outros). O material entra em contato com os cursos fluviais mais próximos, são carregados até o mar e, pela ação das ondas, acabam participando da deriva litorânea, aumentando o processo de poluição na área.

Outras unidades sofrem com a questão do lixo, como é o caso dos manguezais e das dunas. A população local, em algumas situações, utiliza estas áreas para deposição do lixo.

Uma maneira de eliminação dos resíduos sólidos está nas queimadas. A coleta de lixo não atinge toda a área, a comunidade indígena Jenipapo-Kanindé e as famílias mais carentes economicamente do Barro Preto e Iguape utilizam essa prática como forma de eliminar o lixo.

O sistema de esgoto também não abrange todas as residências da área. O lançamento de resíduos domésticos, pela população local e barracas à beira-mar, ocorre, em sua maioria, em fossas sépticas. A distância delas para o lençol freático não garante a integridade da água subterrânea. Em outras situações, o esgoto fica a céu aberto, aumentando o risco de doenças infecto-contagiosas.

As residências, casas de veraneio, barracas e hotéis acarretam problemas ao meio ambiente, em especial, quando há interrupção do fluxo sedimentar e obstrução da dinâmica natural. As edificações, em alguns setores, são levantadas na passagem do fluxo sedimentar e são soterradas, causando

prejuízos aos proprietários. Nas áreas de praia e pós-praia, os donos de barracas diariamente retiraram as areias acumuladas em seus estabelecimentos.

As ocupações nas dunas ocorrem no Iguape e no Barro Preto pelas residências e loteamentos. Na área do promontório do Iguape, setor onde naturalmente ocorreria o *by pass* de sedimentos, a migração encontra-se parcialmente interrompida, pois alguns setores estão imobilizados em função destes equipamentos urbanos.

As construções ainda promovem a impermeabilização do solo e diminuição da infiltração de água que alimentaria os recursos hídricos.

Nas áreas de manguezal, as residências, barracas e hotéis estão degradando e descaracterizando a paisagem. Um caso particular ocorre no Iguape, onde foi implantada uma salina, atualmente, abandonada, no entanto, as conseqüências dos impactos ambientais produzidos em virtude da construção, até hoje são vistos na paisagem, como: perda da cobertura vegetal, interrupção do fluxo natural das águas, aumento da salinidade hídrica e edáfica, causando eliminação de espécies da fauna devido aos altos índices de salinidade.

Essas formas de ocupação indevida e desordenada ocasionam quebra do equilíbrio natural, tão importante para a manutenção das unidades geoambientais.

A pecuária extensiva, usada pela população local como meio de aumentar a renda familiar e no caso da comunidade indígena, no combate à desnutrição infantil, não se apresenta de forma tão expressiva com relação aos outros impactos ambientais citados. Ocorrem em algumas áreas de apicum, nas depressões interdunares, nas planícies fluviolacustres e no tabuleiro litorâneo. Provoca uma compactação do solo, em virtude do pisoteio do gado, resultando na redução da infiltração de água. A pastagem ocorre na zona de pós-praia; não é uma atividade significativa, por isso não promove desequilíbrio ambiental.

Os resultados demonstram a necessidade de um redirecionamento de algumas das atividades presentes na área. A finalidade é apresentar um quadro geral do estado geoambiental, analisando não apenas os setores com problemas, mas enfatizando o estado de conservação da área, as suas potencialidades, para em seguida serem sugeridas as medidas de minimização desses impactos.

7.2. Estado geoambiental da área de pesquisa

Com bases nos diferentes níveis de alteração elaborou-se uma caracterização ambiental. O intuito é mostrar a realidade geoambiental de cada unidade diante das influências dos fatores naturais e das atividades humanas.

Essa análise fundamentou-se nos estudos de Silva (1998) e Rodriguez et al (2004) e permitiu classificar as unidades em três diferentes categorias em relação ao estado ambiental:

- © estável (nível baixo de alteração) - as unidades enquadradas nessa categoria foram alvo de alguns processos de degradação ambiental, mas ainda conservam sua capacidade de funcionamento, ou seja, a intensidade dos impactos não proporcionou efeitos prejudiciais ao equilíbrio ambiental;
- © instável (nível médio de alteração) - nesta categoria, as unidades se apresentam em um estágio tendendo à degradação. A intensidade dos impactos é preocupante, pois já comprometem a estrutura e funcionamento. As unidades enquadradas nessa categoria necessitam de medidas e propostas que minimizem os impactos; e
- © crítico (nível alto de alteração) - as unidades atingiram o estado máximo de degradação; os impactos produzidos acarretam graves conseqüências ambientais e devem ser eliminados.

A superfície da área estudada tem 3.337 ha. Dentro deste setor, aproximadamente 95 % se encontram com níveis de alteração muito baixos, com sua estrutura e capacidade de funcionamento pouco modificada. Desse modo, uma das principais características da área de pesquisa é a conservação da paisagem.

As unidades geoambientais ainda estão em seu estado natural, com baixo nível de degradação. Não há sobre a maior parte das unidades uma expansão residencial, pois estas se encontram protegidas legalmente pela Constituição Federal, por estarem dentro dos limites da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé. A particularidade torna a área um setor privilegiado dentro da zona litorânea cearense.

A análise geoambiental apresenta-se como ferramenta fundamental de registro do grau de conservação das unidades, o qual é , importantíssimo para comparações de futuras mudanças que possam vir a ocorrer nessas condições geoambientais.

Os campos de dunas somam cerca de 1200 ha, cujo total apenas cerca de 10 % possuem ocupações urbanas. Esse é um caso singular dentro do atual modelo de exploração do litoral cearense.

Quantitativamente, as outras unidades geoambientais, como a praia, a pós-praia, a planície fluviomarinha e tabuleiro litorâneo, também estão em um estado natural considerado estável.

O fato de a área de estudo ser pouco transformada e possuir elevado potencial natural, a principal forma de conservá-la é utilizá-la através de meios racionais, sem provocar grandes transformações ambientais. Além disso, é necessário identificar e conhecer as feições com problemas para estabelecer medidas de mitigação dos impactos e controle ambiental.

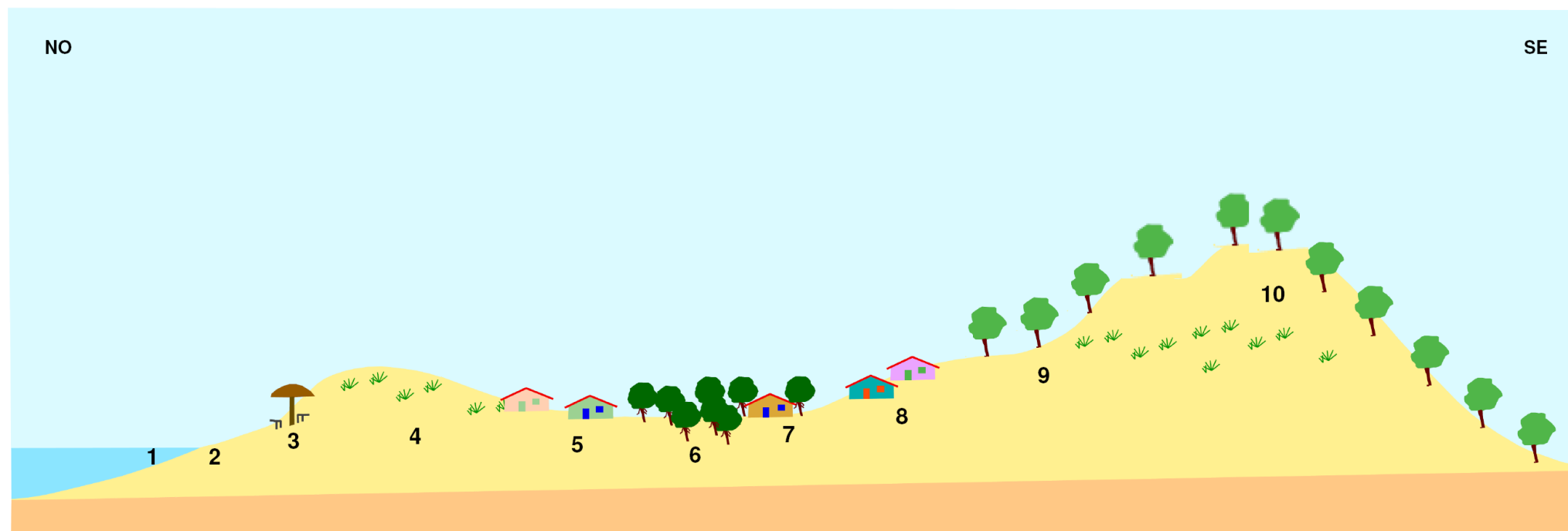
Para melhor conhecimento e um estudo comparativo das áreas com e sem ocupação urbana, elaboraram-se três perfis representativos em setores diferentes da área de estudo (figuras 66, 67 e 68).

Realizando a análise do estado ambiental dessas áreas ocupadas, de acordo com as três categorias citadas anteriormente, e com base no quadro 05, pode-se classificar as subunidades ambientais na seqüência delineada a seguir:

© Praia e pós-praia com construções, presença de lixo e tráfego de veículo - os impactos produzidos influenciam a dinâmica natural, prejudicam o fluxo sedimentar e a troca de matéria e energia. Assim, pode incluir estes setores de praia e pós-praia com barracas e, principalmente, com residências muradas, na 3ª categoria, estado crítico. Os impactos são bem observados nos trechos ocupados das praias do Iguape e Barro Preto.

© Dunas móveis com ocupação urbana, resíduos sólidos e trilhas de veículos automotores - os impactos ambientais influenciam, de certa maneira, o equilíbrio natural e comprometem a estrutura e o funcionamento dessas áreas. Também estão no estado crítico. Os setores considerados mais comprometidos são as áreas de dunas do Barro Preto e Iguape, onde o fluxo natural de sedimentos é interrompido em razão dos equipamentos urbanos.

FIGURA 66 - PERFIL ESQUEMÁTICO DAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO LITORAL DO BARRO PRETO E IGUAPE



LEGENDA

- 1 – Mar litorâneo
- 2 – Praia
- 3 – Barraca na área da pós-praia e dunas móveis
- 4 – Dunas móveis
- 5 – Dunas móveis com 1ª residências
- 6 – Manguezal
- 7 – Manguezal com 1ª residência
- 8 – Sopé de duna com 1ª residência
- 9 – Encosta de duna fixa com vegetação
- 10 – Crista e encosta de duna fixa



-  Sedimentos areno- quartzosos do Quaternário
-  Formação Barreira do Plio-Pleistoceno

FIGURA 67 - PERFIL ESQUEMÁTICO DAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO LITORAL DO BARRO PRETO

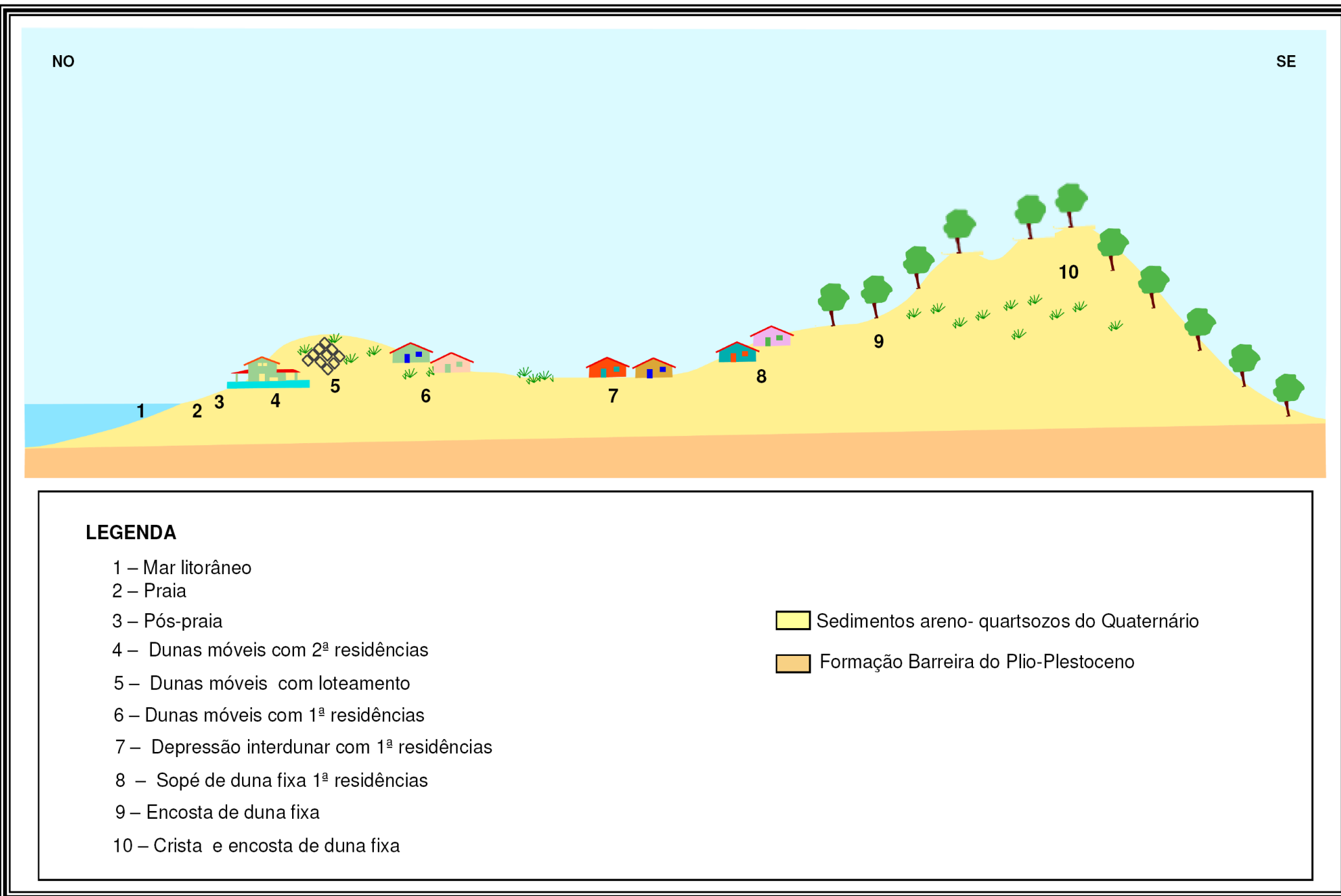
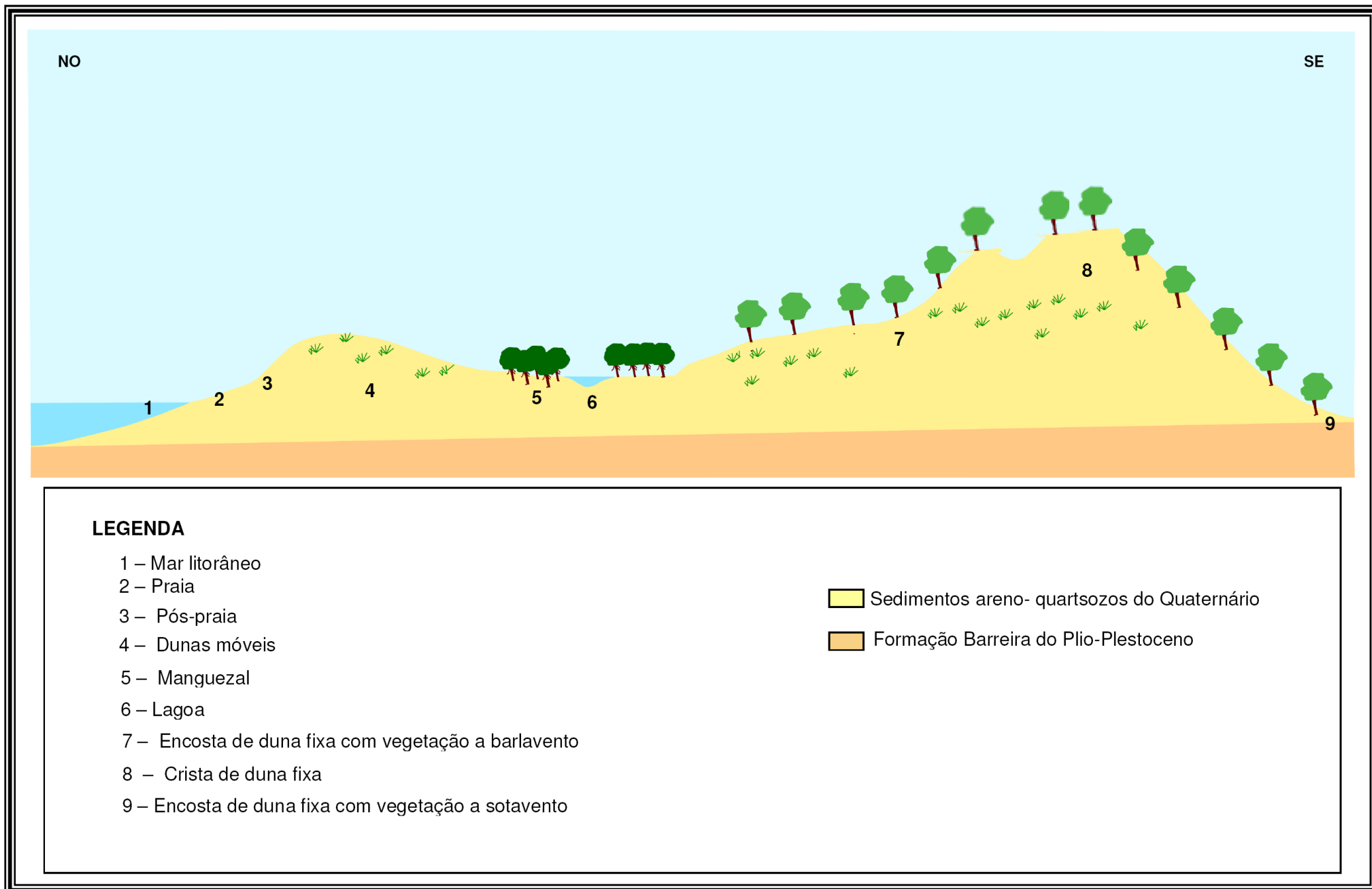


FIGURA 68 - PERFIL ESQUEMÁTICO – ÁREAS SEM OCUPAÇÃO URBANA NO LITORAL LESTE DE AQUIRAZ



Na ponta do Iguape, as residências e o loteamento agravam o estado geoambiental e comprometem a harmonia dos processos de progradação e erosão da faixa de praia, que normalmente ocorrem em promontório. O extrativismo mineral está presente nas dunas situadas paralelas à linha de praia, nos setores próximos ao Iguape.

© Dunas fixas com cultivos, desmatamento e residências - estão sendo consideradas novas áreas de expansão urbana, sejam por ocupações mais simples ou por casas de veraneio. Essa subunidade, realizando uma análise também em termos quantitativos, se encaixa na categoria instável. Apresentam um estágio tendendo a degradação devido às formas de uso e ocupação. A intensidade dos impactos é preocupante, pois comprometem a estrutura e o funcionamento, o que é também agravado pelo intenso ritmo de crescimento urbano presente em Aquiraz. Essas dunas necessitam de medidas e propostas que minimizem urgentemente esses impactos.

© Cristas e encostas de dunas fixas, superfícies de deflação com residências e áreas de cultivo - o grau de ocupação ainda é reduzido, os corredores de deflação quase não possuem ocupação, em virtude da intensa dinâmica de sedimentos. As áreas de cristas possuem vegetação do tipo arbóreo-arbustiva e, de acordo com as comparações entre os mapas de 1958 e 2007, quando estão sem ocupação residencial ou estas são abandonadas, apresentam bom índice de crescimento da vegetação. Há algumas trilhas utilizadas para o deslocamento da população local. Reunindo todas as formas de ocupação, pode-se classificar o estado geoambiental desta subunidade como estável.

© Depressões interdunares com área de cultivo, acúmulo de lixo, criação de gado - parte da cobertura vegetal desses setores encontra-se reduzida em razão do desmatamento para a agricultura. Os depósitos de resíduos sólidos e a criação de gado não ocorrem significativamente. No somatório, os impactos produzidos comprometem a estrutura e o funcionamento dessa subunidade de paisagem. Medidas de mitigação e ordenamento do uso auxiliariam na recuperação e conservação. De acordo com o estado geoambiental, essas áreas encontram-se em uma condição instável.

© A planície fluvio-marinha com ocupações urbanas - o estado mais preocupante é encontrado nos setores do manguezal do Iguape e Barro Preto. Em partes da área do Barro Preto, o manguezal está completamente degradado, a área é ocupada com

residências, barracas e um hotel. No Iguape, além das ocupações e do lixo, existe a presença de uma salina abandonada. A categoria dessa subunidade é crítica.

No restante do manguezal de franja, sem ocupações, existem outros problemas ocasionados pela pecuária e acumulação de resíduos sólidos, mas não há alterações ambientais significativas, por isso, pode-se classificar o manguezal em estado geoambiental estável.

© O tabuleiro litorâneo (incluindo parte da área da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé) - de certa maneira, essa é uma unidade geoambiental, do ponto de vista geomorfológico, menos dinâmica em relação às encontradas na planície litorânea. No tabuleiro, as principais atividades dos índios Jenipapo-Kanindés são: agricultura, artesanato com materiais retirados da *mata*, a pesca e a criação de gado. As atividades são praticadas apenas para subsistência da comunidade. Diante desse quadro, a área de tabuleiro pode ser classificada como estável.

No sentido de sintetizar o conjunto geral das unidades e subunidades geoambientais com ocupação, apresenta-se o quadro 05.

Estado geoambiental	Unidades e subunidades geoambientais
Estável	» Cristas e encostas de dunas fixas e superfícies de deflação com residências e áreas de cultivo; » O tabuleiro litorâneo (incluindo parte da área da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé)
Instável	» Dunas fixas com cultivos, desmatamento e residências; » Depressões interdunares com área de cultivo, acúmulo de lixo, criação de gado.
Crítico	» Praia e pós-praia com construções, deposição de lixo e tráfego de veículo automotores; » Dunas móveis com ocupação urbana, resíduos sólidos e trilhas de bugre; » A planície fluviomarinha com ocupações urbanas

Quadro 05 - Estado geoambiental das unidades e subunidades do litoral leste de Aquiraz.

7.3. Potencialidades da área de pesquisa

Para apresentar as propostas de manejo, é necessário conhecer o potencial ambiental da área pesquisada. A análise das potencialidades, associada ao estudo dos problemas ambientais, contribuíram na avaliação das melhores medidas de mitigação de impactos.

A área possui elevado potencial paisagístico, um cenário repleto de atrativos naturais. São belas praias, extensos campos de dunas, inúmeras lagoas e manguezais, com áreas bastante conservadas. Todos esses recursos naturais podem ser utilizados no desenvolvimento de atividades turísticas.

Em razão da instabilidade geomorfológica dessas unidades, o turismo deve ser realizado de forma responsável, com acompanhamento de pessoas preparadas, como, por exemplo, guias locais. Além disso, também há necessidade de um monitoramento, tanto por parte da comunidade local, como pelos órgãos competentes, no que diz respeito ao gerenciamento do litoral.

As praias são um forte atrativo turístico, principalmente nos setores onde não há nenhum tipo de ocupação urbana. O passeio pela faixa de praia, praticamente deserta, complementado por um banho de mar ou nas lagoas, torna-se um atrativo a mais, para implantação de um turismo voltado a conservação do meio ambiente.

A potencialidade natural dos campos de dunas é bastante elevada, pois há um grande potencial de armazenamento hídrico subsuperficial. As dunas são responsáveis por várias fontes de água e pela alimentação dos recursos hídricos, manguezais e lagoas. As suas declividades não viabilizam formas de uso e ocupação, mas a beleza cênica pode ser explorada para a contemplação turística.

Nos limites da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé, as unidades geoambientais podem ter seu potencial aproveitado turisticamente. Para o desenvolvimento de atividades turísticas nesta área, deve haver consentimento e participação dos índios da comunidade. Nesse caso, o ecoturismo é uma atividade econômica plenamente adaptável à Terra Indígena, desde que seja conduzido de forma pouco impactante. Explora os recursos paisagísticos, contribuindo para a conservação ambiental e do patrimônio cultural, que, assim, será resgatado e valorizado (SILVA, 2007).

A efetivação está sendo analisada junto aos Jenipapo-Kanindés, em parceria de Departamento de Geografia da UFC com a PETROBRÁS, eles estão desenvolvendo um projeto integrado de Ecoturismo e Educação Ambiental.

Além das potencialidades turísticas, as unidades podem ser utilizadas pela comunidade local para pesca, mariscagem, extrativismo vegetal e mineral, artesanato e lazer. Todas as atividades devem ser praticadas obedecendo aos limites e a capacidades ambientais de cada unidade de paisagem.

7.4. Propostas de gestão ambiental

A análise das formas de uso e ocupação, do estado geoambiental e das potencialidades e fragilidades, demonstrou a necessidade de algumas alterações em relação às atividades presentes na área de pesquisa. O objetivo é propor medidas adequadas ao uso capazes de minimizar os impactos ambientais produzidos.

Partindo da mesma idéia do diagnóstico, nas propostas estarão inseridas todas as unidade. Serão envolvidas diretrizes gerais de uso e ocupação, que englobam desde a Educação Ambiental até recuperação de áreas degradadas.

As propostas tiveram como base estudos sobre a legislação ambiental vigente (Código Florestal, Constituição do Estado do Ceará, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA), o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE, o Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro GERCO/CE e trabalhos anteriores ligados à temática.

As restrições de uso e algumas normatizações que serão apresentadas decorrem dessa legislação, um importante instrumento para o disciplinamento da utilização dos recursos naturais e das formas de ocupação do território, pois as normas fornecem o arcabouço jurídico para fiscalização, licenciamento, planejamento e gestão dos espaços territoriais (AQUASIS, 2003).

A elaboração das propostas baseou-se em estratégias e medidas visando à conservação e à proteção das unidades ambientais, mediante ações corretivas e preventivas; programas de incentivo, compatíveis com a fragilidade das unidades da área e que incrementem as atividades econômicas da população local; e meios institucionais, para definir uma articulação político-institucional de gestão integrada, implementada pelos órgãos das esferas municipal, estadual e federal (ROSS, 2006).

A área em estudo, como anteriormente citado possui grande parte da sua área protegida pela legislação federal. De acordo com a Constituição, áreas protegidas são territórios de terra e/ou mar, especialmente, dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica, de seus recursos naturais e culturais associados, manejadas por meio de instrumentos legais ou outros meios efetivos.

A Terra Indígena Jenipapo-Kanindé possui quase a totalidade do seu território dentro da área de pesquisa. A comunidade dessa tribo necessita de um planejamento participativo, o qual defina e delimite as áreas de preservação permanente (APP), apoiadas na legislação e formas de uso que conservem suas unidades geoambientais.

Para atingir o objetivo, é necessário manter a parceria entre a comunidade, entidades científicas e órgãos de fomento e apoio à pesquisa. Essa é uma forma de alcançar uma maior capacidade de gestão por parte dessa comunidade indígena, possibilitando o desenvolvimento de atividades econômicas, como pesca, mariscagem, extrativismo vegetal, horticultura, agricultura orgânica e permacultura, ecoturismo e turismo cultural, além de um cooperativismo, beneficiando toda a comunidade (SILVA,2007).

A Educação Ambiental fortalecerá os valores culturais, sociais e ambientais. Seria a base para o desenvolvimento da capacidade de gestão.

É conveniente ressaltar, o fato de que o restante da superfície da área em análise é em sua maioria de propriedade do Estado, e igualmente a Terra Indígena, também é amparada pela legislação ambiental vigente.

O mar territorial² é considerado uma Zona Econômica Exclusiva – ZEE e encontra-se atualmente definido e protegido pela Lei nº. 8.617/93, que tem como base a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), realizada na Jamaica, em 1982.

A utilização do mar litorâneo deve obedecer às normas de aproveitamento, conservação e gerenciamento dos recursos naturais, vivos ou não vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar e seu subsolo, no que se refere às atividades voltadas a exploração e a aproveitamento para fins econômicos.

² De acordo com a Lei nº. 8.617/93 o mar territorial brasileiro compreende uma faixa de 12 milhas marítimas de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil

No caso da área de pesquisa, sugere-se um ordenamento do uso com medidas para melhorar o controle da pesca predatória, através de uma fiscalização por parte dos órgãos ambientais estaduais, em parceria com a Prefeitura de Aquiraz, além de incentivo financeiro para o desenvolvimento da pesca local.

A praia e a pós-praia devem ter seu uso limitado, apenas para a pesca artesanal e o lazer. Para as barracas instaladas na faixa de pós-praia, a sugestão é o acompanhamento e a orientação para minimização dos impactos ambientais produzidos por estes empreendimentos.

A elaboração de programas para melhoria da infra-estrutura turística local e a fiscalização por parte da Prefeitura redirecionariam o fluxo de veículos automotores, em razão dos perigos oferecidos aos banhistas e pelos impactos promovidos nessas unidades. Os órgãos municipais também ficariam responsáveis pela conscientização, dos barraqueiros e turistas, na questão do destino dos resíduos sólidos e pela inibição da implantação de novas construções urbanas à beira-mar.

As praias, atualmente, são protegidas pela Lei nº. 7.661/88, a qual prevê penalidades, obrigações em termos de proibições e limitações para o uso dessas áreas. As praias brasileiras são bens públicos de uso comum do povo, segundo classificação estabelecida pelo Código Civil brasileiro em seus artigos 65 e 66.

Qualquer urbanização que impeça ou dificulte o acesso a elas e ao mar estão desobedecendo às leis ambientais. Normas estabelecidas pelos Terrenos Acrescidos da Marinha e a Resolução CONAMA nº. 303, de 20 de março de 2002, consideram as praias como áreas de preservação permanente (APP) e respaldam a forma de utilização sugerida para estas unidades.

No caso das dunas, antes, apenas a sua vegetação fixadora estava protegida pela Resolução CONAMA nº. 004/85. Era a mesma forma de proteção estabelecida no Código Florestal, em seu artigo 3º. Recentemente, as dunas tiveram seu conceito legal redefinido pela Resolução nº. 303, de 20 de março de 2002, revogando, em seu art. 2º, a Resolução nº. 004/85 e alterando o Código Florestal.

De acordo com a nova Resolução, as dunas são consideradas unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação.

A Resolução modificou ainda o enfoque da proteção ambiental e passou a considerar as dunas como Área de Preservação Permanente, agora não apenas a sua vegetação fixadora.

As recomendações para os campos dunares são medidas de restrições de uso, principalmente, nas áreas com edificações. A proibição de qualquer nova forma ocupação urbana é uma sugestão para a conservação destas unidades.

Nos setores dunares ocupados pelos núcleos residenciais do Barro Preto e do Iguape, a proposta é uma melhoria nas condições de infra-estrutura; estratégias que beneficiassem o abastecimento de água, saneamento básico e arborização, auxiliadas por programas de conscientização da população local e financiadas pela Prefeitura.

Como essas unidades geoambientais não poderiam mais receber construções, novos trechos seriam destinados ao crescimento urbano. Uma indicação são setores tabuleiro litorâneo fora dos limites da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé. A proposta é um ordenamento territorial; antes, a área deve receber previamente um estudo dirigido sobre a forma de organização das ruas, disposição das casas, instalação de infra-estrutura e serviços básicos necessários. Esta medida evitaria a repetição da ocupação urbana desordenada existente, principalmente, nas localidades do Barro Preto e Iguape.

As dunas móveis que naturalmente avançam sobre construções e as dunas fixas com desmatamento são áreas indicadas ao reflorestamento. A fixação das dunas móveis deve ser realizada por meio de espécies da vegetação pioneira psamófila. Nas dunas fixas também podem ser introduzidas espécies arbóreo-arbustivas mais exigentes, como murici, guajeru, cajueiro e o cajuí.

Outra maneira de minimizar o impacto do avanço dunar seria utilizar as areias quartzosas para construção civil. Esta atividade não é, porém, recomendada, pois resultaria na degradação da paisagem local. Quando, no entanto, as areias das dunas ou da pós-praia estiverem avançando sobre recursos hídricos superficiais, núcleos urbanos, cultivos ou outras áreas, podem ser retiradas e aproveitadas economicamente.

Parte da população dos núcleos residências depende do extrativismo vegetal, por meio da coleta de frutos do cajueiro e do murici nos setores de dunas fixas. Essa atividade não oferece grandes riscos à conservação, apesar disso, é necessário exercer um controle sobre o aproveitamento. A exploração não pode ultrapassar as limitações desses ambientes.

Nesse sentido, é necessário proibir a comercialização da madeira retirada das dunas, sendo permitindo apenas o corte de arbusto para uso local e doméstico, não sendo permitido a extração de árvores, por serem menos abundantes.

De acordo com Silva (1987), outra medida deverá ser tomada em relação à retirada da madeira, é o corte parcial (50% ou menos) dos troncos de cada arbusto. O cuidado evitaria uma alteração substancial do ambiente e possibilitaria uma regeneração mais rápida.

A retirada dos resíduos sólidos por parte da Prefeitura, por intermédio de coleta pública e a implantação de programas de Educação Ambiental, voltados à conscientização da população local e dos turistas, em relação ao lixo, contribuiriam na despoluição da área e na redução de doenças infecto-contagiosas.

No caso das barracas localizadas nas dunas móveis, as recomendações são as mesmas sugeridas para os setores da pós-praia; também serão aplicadas nos setores próximos as áreas de manguezal.

Os manguezais possuem uma quantidade razoável de leis que amparam a sua proteção. Dentre elas mencionam-se: a Lei nº. 4.771/65, do Código Florestal federal e a Resolução CONAMA nº. 303/2002, em seu artigo 3º, que declara toda a área do manguezal como Área de Preservação Permanente.

O aproveitamento dos recursos naturais das áreas de manguezais, salgado e apicum pode ser realizado sem a atual problemática ambiental encontrada na área. Em razão de tal circunstância, algumas recomendações são necessárias para tentar minimizar os impactos. A retirada de madeira dos manguezais do Marisco, Barro Preto e Iguape deve ser inibida para manter o atual estado de conservação e para futura regeneração natural das áreas degradadas.

As atividades como a pesca e a captura de crustáceos e moluscos seriam inviáveis tanto socialmente, como economicamente, sua proibição. Devem ser realizadas de maneira adequada obedecendo aos limites desta unidade.

A captura de peixes, moluscos e crustáceos respeitariam o período do defeso (períodos reprodutivos) e a disponibilidade populacional de cada espécie. A

fiscalização seria realizada por partes dos órgãos ambientais estaduais, em parceria com a Prefeitura de Aquiraz.

Os núcleos urbanos se manteriam afastados da área de manguezal. Seria uma maneira de evitar a expansão urbana sobre esta unidade. Também devem-se coibir o lançamento de esgotos, resíduos sólidos e a construção de qualquer tipo de equipamento urbano. As recomendações para expansão urbana são as mesmas apresentadas para os campos dunares. Caso seja necessária a construção de futuras estradas, é indicado construir pontes sobre pilares para evitar totalmente a terraplanagem do manguezal.

Para salinas construídas no lagamar do Iguape, entre as décadas de 1930 e 1950, hoje desativadas, uma alternativa seria a recuperação ambiental. A restauração de sua conexão hídrica superficial com o ecossistema marinho, possibilitaria o reflorestamento das espécies de mangue e a regeneração da fauna. Outra opção poderia ser implantada, como a produção de peixes e crustáceos, através de modelos desenvolvidos em outras áreas de salinas abandonadas.

Em relação aos recursos hídricos, em decorrência da sua importância, tanto econômica quanto de embelezamento paisagísticos, estes devem ser conservados. As sugestões de utilização dos rios e lagoas são para atividades como pesca e coleta de água para uso doméstico. As planícies fluviolacustres das lagoas perenes podem ser utilizadas para o cultivo.

Para as lagoas com vegetação de tabuba, a recomendação é a remoção de parte dessa cobertura vegetal para o melhor funcionamento da unidade. Por meio de curso de capacitação, a vegetação poderá ser incluída pela população local na produção de artesanato.

As alternativas sugeridas para a melhoria na qualidade ambiental do litoral leste de Aquiraz, serão apresentadas no quadro 06, com o objetivo de sintetizar as idéias apresentadas.

Feições geoambientais	Proposta de manejo ambiental
Mar litorâneo	» Ordenamento do uso – medidas para melhorar o controle da pesca predatória e desenvolvimento da pesca local.
Praia	» Controle da passagem de veículos automotores; » Elaboração de programas e projetos para a melhoria da infraestrutura turística local.
Pós-praia com barracas	» Adequação das áreas com barraca com afastamento da praia; » Armazenamento adequado de lixo pelos barraqueiros e conscientização de turistas; » Saneamento adequado; » Despoluição e limpeza dos terrenos.
Pós-praia sem barracas	» Monitoramento do tráfego de veículos automotores; » Elaboração de programas e projetos para a melhoria da infraestrutura turística local.
Dunas móveis	» Proibição de construções; » Retirada do lixo.
Dunas móveis com casas	» Proibição de novas construções; » Remoção das areias nas áreas residências; » Educação da população sobre o uso do solo e da água.
Dunas fixas	» Programas de Educação Ambiental que alertem a população sobre os problemas ocasionados pelo desmatamento e pelas queimadas.
Dunas fixas com casas	» Proibição de novas construções; » Reflorestamento de áreas desmatadas; » Educação da população sobre o uso do solo e da água.
Planície fluviomarina com ocupação (manguezal, apicum e salgado).	» Adequação das áreas com barraca; » Recuperação da vegetação de mangue; » Despoluição das águas e dos solos; » Proibição de novas construções.
Planície fluviomarina (manguezal, apicum e salgado)	» Despoluição da área; » Proibição de construções; » Controle da pesca predatória.
Lagoas com tabuba	» Retirada de parte da vegetação da tabuba para fins econômicos; » Restabelecimento da vegetação natural.
Depressão interdunares	» Proibição de novas construções; » Acondicionamento adequado do lixo; » Recuperação da cobertura vegetal.
Depressão interdunares com áreas de cultivos	» Reorganização das áreas de cultivo com a aplicação de técnicas e medidas adequadas e agroecologia; » Recuperação da cobertura vegetal; » Reorientação de novas construções para área adequada.
Tabuleiro Litorâneo	» Educação ambiental para comunidade indígena; » Elaboração de programas e projetos para a melhoria da infraestrutura turística local (Terra Indígena Jenipapo-Kanindé); » Ordenamento territorial para expansão urbana.

Quadro 06 – Unidades geoambientais e propostas de manejo.

Para a efetivação dessas recomendações, é necessária a implantação de projetos, de maneira gradativa, onde exista a participação do poder administrativo e das comunidades locais. As ações devem ter uma integração coletiva, pois só com a colaboração da sociedade, do governo estadual e municipal, das entidades científicas, como as universidades (UFC e UECE através dos Departamentos de Geografia, Geologia e Biologia) e outros órgãos ambientais e de pesquisa (SEMACE e IBAMA) através de assessoria técnica, é possível a concretização dessas propostas.

A execução das recomendações necessita de capacitação da população local, para atividade como turismo, artesanato, desenvolvimento da pesca, entre outras. Todas carecem de investimentos, que seriam adquiridos através de parcerias junto a entidades, sejam governamentais ou não-governamentais. Um exemplo é a parceria da PETROBRÁS, Governo Federal e Departamento de Geografia/UFC com a comunidade Indígena Jenipapo-Kanindé.

A Educação Ambiental deve ser incluída no currículo escolar. É uma maneira de incentivar e ensinar aos alunos a importância da conservação do meio ambiente. Os professores das escolas municipais poderiam ser treinados por estudantes e professores das universidades, para estarem habilitados a repassar os conhecimentos.

Palestras, oficinas e minicursos seriam formas de debater e refletir sobre o tema. A Secretaria de Educação e Cultura de Aquiraz poderia atuar nesse sentido e promover na comunidade maior conscientização de cunho ambiental.

A colaboração de todos os agentes aqui mencionados é fundamental para o sucesso na implantação dessas ações e no cumprimento das propostas. A Prefeitura de Aquiraz será a entidade responsável pelo desenvolvimento dos projetos, na busca de parcerias e no envolvimento da comunidade local.

CAPÍTULO 8 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

8. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

As considerações que serão apresentadas foram formadas paulatinamente no decorrer da elaboração de cada capítulo deste trabalho. O objetivo é tentar contribuir, de certa forma, para uma maior reflexão sobre o assunto.

O intuito não é concluir, pois o estudo sobre essa temática é amplo e diferentes questões surgirão em outros trabalhos. É possível que apareçam alguns assuntos elusivos que, talvez no futuro, possam ser temas de novos estudos.

O litoral estudado, como todo o litoral do Ceará, decorre de uma remota evolução ao longo do tempo geológico. Essas sucessivas transformações permitiram a formação de uma grande diversidade de feições, devido à dinâmica litorânea peculiar, que colabora para as constantes modificações da morfologia presente na zona costeira.

O trabalho realizou uma pesquisa sobre os campos de dunas, uma unidade importante dentro do sistema litorâneo, porém, não seria possível uma avaliação completa e integrada sobre essas feições, sem analisar as outras unidades geoambientais presentes na área.

Mediante o estudo desses ambientes dunares, foi possível entender a dinâmica costeira atual presente em Aquiraz. A formação das dunas, de cada uma de suas diferentes morfologias, envolve uma série de processos e agentes que influencia a área como um conjunto.

Os estudos realizados sobre a dinâmica pretérita propiciaram o entendimento de como ocorreu a gênese das grandes dunas parabólicas, uma das mais espacialmente expressivas dentro do litoral nordestino brasileiro. Permitiu compreender aspectos espaços-temporais, geográficos, morfológicos, climáticos e os processos geológicos relacionados à dinâmica dos fluxos de energia gerados pela oscilação do nível do mar.

Na análise do estado geoambiental foi constatado, não há sobre a maior parte das unidades geoambientais setores com ocupação urbana. O motivo é que a área possui uma grande extensão dentro dos limites da Terra Indígena Jenipapo-Kanindé, legalmente protegida pela Constituição Federal. esta é uma particularidade, no entanto, deste setor do litoral.

No Ceará, um contexto de arrasamento das formas litorâneas vem se agravando por diferentes tipos de uso. Atualmente, as formas de ocupação favorecem a degradação da zona costeira como um todo. As intervenções humanas, na maioria das vezes, privilegiam o contexto econômico em deferimento das condições ambientais.

As atividades de ordem privada, até mesmo as gerenciadas pelo Estado, são liberadas sem um parecer que forneça dados reais sobre o tamanho da degradação que essas ocupações promoveram no meio ambiente. O resultado traduz-se em uma descaracterização e destruição da paisagem, o que implica na diminuição de parte do potencial natural litorâneo, provocando desequilíbrio ambiental e socioeconômico.

Na área estudada, apesar dos ambientes ainda conservados, a situação nos setores ocupados não é diferente. Os impactos, cada vez mais, influenciam, de forma negativa, a conservação e a qualidade ambiental. A descaracterização da paisagem pelas formas de uso e ocupações indevidas, pouco a pouco, substitui as unidades naturais e transforma cenários, como campos de dunas, praias e manguezais em empreendimentos e equipamentos turísticos e urbanos. Tudo isso está associado à benevolência do Poder Público que, sem uma política de conservação das paisagens naturais, colabora para a degradação ambiental.

A situação hoje encontrada no litoral cearense necessita da aplicação de medidas de preservação e conservação imediatas, comprometidas com o meio ambiente. Ações capazes de intervir de forma adequada, preocupada com a sustentabilidade sócio-ambiental dessas áreas e com a minimização dos impactos na zona litorânea.

Este trabalho evidenciou a necessidade da implantação de programas de monitoramento e propostas de gestão diferenciadas para o trecho litorâneo estudado. A efetivação dessas recomendações necessita de ações de cunho político e científico, para o manejo adequado da paisagem e das unidades geoambientais desse espaço geográfico.

Nos setores onde estão ocorrendo o uso e ocupação indevida é preciso adotar medidas de manejo que minimizem os impactos ambientais e englobem ordenamento territorial, proibições de novas construções em campos de dunas e manguezais, projetos turísticos, reflorestamento, melhoria da infra-estrutura em setores residenciais, Educação Ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Nas áreas em seu estado natural mais conservado, são necessários um monitoramento e um gerenciamento sistemático, com base na legislação, para que estes setores não se transformem em futuras áreas de degradação ambiental.

CAPÍTULO 9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUASIS – Associação de pesquisa e preservação de ecossistemas aquáticos. **A Zona Costeira do Ceara**: Diagnóstico para gestão integrada. Fortaleza: AQUASIS, 2003.

ALMEIDA, L. Q. de. ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ, CE In: **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Rio de Janeiro/RJ, Brasil, 2005. Disponível em <<http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/102/102.htm>>

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global**: esboço metodológico. São Paulo: Caderno de Ciências da Terra – USP/Instituto de Geografia, 1972.

BRANCO, M. P. N. C. Castelo. Proposta de classificação para as feições eólicas do setor leste da região metropolitana de Fortaleza / Ceará -Brasil. In: **Geociências**. São Paulo: UNESP. V.22. Nº2, 2003. p. 1663-174

BRANDÃO, R. de L. **Sistema de informações para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR**: Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 1995.

CARDOSO. E. S. **Análise das condições ambientais do Litoral de Iguape e Barro Preto**. Dissertação (Mestrado), Mestrado em Meio Ambiente, UFC, Fortaleza, 2002. 118p

CARVALHO, A. M. de. **Dinâmica costeira entre Cumbuco e Matões** – costa NW do estado do Ceará. Ênfase nos processos eólicos. Tese (Doutorado), Universidade Federal da Bahia, 2003.

CLAUDINO-SALES, V. Os litorais cearenses. 2005. In: SILVA, J. B.da et al (Org). **Ceará**: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Ed. Demócrito Rocha. P. 231-260.

_____. **Les littoraux du Ceará. Evolution geomorfologique de la zone cotiere de l'Etat du Ceará, du long terme au court**. Tese (Doutorado), Universidade Paris – Sorbonne, França, 2002. 522p.

_____. “As dunas da planície litorânea leste do município de Fortaleza-Ce”. **Arquivo do laboratório de Geomorfologia Costeira**, 1999.

CPRM. **Atlas digital dos recursos naturais do Estado do Ceará**. Fortaleza:2003. CD-ROM.

CRUZ, O. Alguns conhecimentos básicos para fotointerpretação. **Aerofotogrametria**. São Paulo: InGeo – USP, nº. 25, 1981. 12p.

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Geoprocessar**
Disponível em : <[www.epusp.br/ PTR321/Geoprocessamento/PI_5_6.pdf](http://www.epusp.br/PTR321/Geoprocessamento/PI_5_6.pdf)> ,
12 junho 2007.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas do Solo. **Sistemas Brasileiro de Classificação do Solos**. Brasília: Embrapa – Produção de Informações. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p

FUNCEME. **Dados de clima de Fortaleza. Relatórios Anuais**, período 1974 –2005, 2006.

GOMES, I. **Geossistemas**: sistemas e subsistemas naturais da regional barreiro - Belo Horizonte/MG – Brasil. Monografia (Graduação do curso de Geografia), IGC/UFMG, 2002. Disponível em: < <http://ivairr.tripod.com/index.html>>. Acesso em: 10 março de 2006.

IBGE. **Sistemas de Referencia**. Disponível em:
<ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/geodesia/sisref_2.pdf>. Acesso em: 21 fevereiro 2007.

_____. **Perfil básico municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2006.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – **Perfil Básico Municipal de Aquiraz**. Fortaleza, 2005.

IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, 1995.

JESUS SILVA, E. A. de. **As dunas eólicas de Natal**: datação e evolução. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.112p.

MAIA, L. P. **Procesos Costeros y Balance Sedimentario a lo Largo de Fortaleza (NE-Brasil)**: Implicaciones para una Gestion Adecuada de la Zona Litoral. Tese (Doutorado), Universidade de Barcelona - Espanha,1998. 198p.

MEIRELES, A. J. de A; MAIA, L. P. Indicadores morfológico de los câmbios del nível mar em la litoral costera de Ceará – nodertes. In: ORTIZ, G; SALVADOR Franch. F. **Investigaciones Recientes em Geomorfologia Espanhola**. Barcelona.1998. p 325-333.

MEIRELES, A. J. de A et al. Geomorfologia e dinâmica ambiental da planície litorânea entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará, Fortaleza – Ceará. In: **Geonotas** – Revista da Universidade Estadual de Maringá: Maringá. vol.5. nº 1. Jan/Fev/Mar, 2001. ISSN 1415- 0646.

_____. Integração dos geoindicadores de flutuação do nível relativo do mar, de mudanças climáticas e de paleolinhas de costa. In: **MERCATOR**, Revista da Geografia – UFC. Fortaleza: UFC, nº 8, jun, 2007. ISSN: 16768329. p. 79 – 94.

MONTEIRO, L. H. U. **Estudo das áreas de mangues entre os estados pernambuco com um enfoque para o estado do ceará nos anos de 1971/1999/2004 utilizando sensoriamento remoto**. Dissertação (Mestrado), Pós Graduação em Ciências Marinhas e Tropicais do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, 2005.

MINISTÉRIO PÚBLICO. **Ação Civil pública em defesa da terra Indígena Jenipapo-Kanindé**, 1998.

OLIVEIRA, F. F. G. de; Nunes, E. Sensoriamento Remoto na análise espaço-temporal da expansão da mancha urbana em Natal/RN (1969-2002). In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005. Anais... Goiânia: INPE, 2005. p. 3871-3878.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos em Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 153p.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. Stepped surfaces and paleolandforms in the northern Brazilian << Nordeste >>: constraints on models of morphotectonic evolution. **Geomorphology**, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AQUIRAZ. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU**. Aquiraz – 2001, 2003.

PIRES NETO, A. G. Terminologia aplicada aos processos morfológicos e litorâneos. In: **Notícias Geomofológicas**. Campinas. PUC. v 18,1978. p 45-69.

POPP, J. H. **Geologia Geral**. São Paulo: LTC Editora, 1998.

RESOLUÇÃO DO CONAMA, nº 00/1986, que trata sobre os estudos e relatórios de impactos ambientais (EIA/RIMA).

RODRIGUES, C. A teoria geossitêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. In: **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo: USP, nº. 14, 2001. p.69-77.

RODRIGUEZ , J.M.M *et al.* **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004. 222p.

ROSS, J. L.S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006. 208p

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História Ecológica da Terra**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1998. 292p.



SECRETÁRIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE AQUIRAZ. **Informações sobre atenção básica do Iguape e Barro Preto**, 2006.

SEMACE. **Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE**. Disponível em:< www.semace.ce.gov.com.br> . Acesso em: 04 junho 2007.

SEMACE. **Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro - GERCO/CE**
Disponível em:< www.semace.ce.gov.com.br >. Acesso em: 20 junho 2007.

SÍGILO, J. B. Processos eólicos e a ação dos ventos In: TEXEIRA, Wilson et al (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000. p. 421- 442.

SILVA, E. V. **Modelo de Aprovechamiento y Prreservacion de los Manglares de Marisco e Barro Preto, Aquiraz-Ceará-Brazil**. Dissertação (Mestrado), Zaragoza – Espanha,1987.

_____. **Dinâmica da Paisagem**: estudo integrado de ecossistemas litorâneos em Huelva (Espanha) e Ceará (BRASIL). Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista,1993.391p

_____. **Geocologia da Paisagem do Litoral Cearense**: uma abordagem ao nível regional e tipológica. Tese (para professor titular), UFC, 1998. 436p

SILVA, E. V; ALMEIDA, C. M. **Índios do Ceará**: Jenipapo-Kanindé – Material didático gratuito para Escolas Indígenas Diferenciadas. Salvador - Fortaleza: UFC-UFBA, 2007. CD-ROM.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. Fortaleza: **Revista Geológica**, nº1,1988. p.73-90.

SOTCHAVA, V.B. **O Estudo do Geossistemas**. (Traduzido da versão Inglesa The Study of Geosystems). São Paulo: USP, 1977. 49p.

SUGUIO, K. et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. In: **Revista Brasileira de Geociências**, 1985.

SUGUIO, K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. In: **Geologia USP** – Revista do instituto de Geociências da universidade de São Paulo. São Paulo: USP. nº1, fev, 2003. ISSN: 1677 – 7549. p. 1 – 40.

TASSINARI, C. G. Tectônica Global. In: TEIXEIRA, Wilson et al (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000.p. 421- 442.

TESSLER, M.G.; MAHIQUES, M.M. Processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos In: TEXEIRA, Wilson et al (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000.



WIKIPEDIA - a enciclopédia livre. **Projeção cartográfica**. Disponível em:
<www.wikepedia.com.br >. Acesso em: 19 março 2007.

N195d Nascimento, Geísa Silveira do

As dunas do litoral leste de Aquiraz/CE [manuscrito] : evolução, dinâmica e gestão ambiental / Geísa Silveira do Nascimento
155 f. : il. color. ; enc.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

Orientador: Edson Vicente da Silva

Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental

1. Campo de dunas 2. Análise espaço-temporal 3. Diagnóstico ambiental 4. Gestão ambiental
I. Silva, Edson Vicente da (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Mestrado em Geografia
III. Título