



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PROP GEO

JANAINA MELO OLIVEIRA

**ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ZONA
ESTUARINA DO RIO ZUMBI, LITORAL OESTE DO CEARÁ.**

FORTALEZA - CE

2011

JANAINA MELO OLIVEIRA

**ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ZONA
ESTUARINA DO RIO ZUMBI, LITORAL OESTE DO CEARÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos

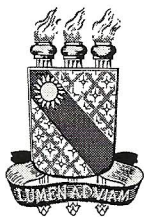
FORTALEZA - CE

2011

048v Oliveira, Janaina Melo
 Ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental da zona estuarina
 do Rio Zumbi, litoral oeste do Ceará/Janaina Melo Oliveira.
 Fortaleza, 2011.
 87p.;il.

 Orientador: Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos.
 Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia)-
 Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia.
 1. Vulnerabilidade ambiental. 2. Zona Estuarina. 3. Uso e
 Ocupação. 4. Sistemas Ambientais. I. Universidade Estadual do
 Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia.

CDD: 910



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome da Dissertação: "Vulnerabilidade Ambiental da Zona Estuarina do rio Zumbi, Litoral Oeste do Ceará."

Data da Defesa: 18/04/2011

Nome do Autor: Janaína Melo Oliveira

Nome do Orientador: Prof Dr Fábio Perdigão Vasconcelos (Orientador - UECE)

Trabalho apresentado ao Programa de Pós Graduação em Geografia – CCT/UECE, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia, Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

BANCA:

Prof Dr Fábio Perdigão Vasconcelos (Orientador - UECE)

Prof Dr Edson Vicente da Silva (UFC)

Profª Drª Danielle Sequeira Garcez (UFC-LABOMAR)

“Por mais complexas que possam ser as relações dessa humanidade conturbada com o seu planeta em via de deterioração, não será possível atingir um conhecimento geográfico apenas no econômico, por mais determinante do social que ele seja.”

C.A.F. Monteiro, 1984.

Dedico este trabalho ao meu pai (*In memoriam*),
por me ensinar que a maior herança que se pode
deixar a um filho é o conhecimento.

Agradecimentos

À Deus, primeiramente, pelo dom da vida e por estar sempre comigo, guiando-me e dando-me forças para continuar a caminhada.

À minha mãe, com muito amor, por todo carinho, afeto, atenção, compreensão e amor dedicados, pelo incentivo e pela ajuda e por acreditar na minha capacidade de perseguir meus objetivos e por estar ao meu lado sempre.

Ao meu pai (*In memoriam*), por ter-me dedicado seus melhores sentimentos, e que em todas as horas de sua vida me estimulou e orientou para os estudos, e que foi, com certeza, o maior responsável por este momento.

Ao meu querido esposo, Eder Mileno, por todo o incentivo e companheirismo, pelo carinho, amor, paciência e compreensão a mim dedicados e pela contribuição com os mapas da área em estudo.

Ao professor Fábio Perdigão Vasconcelos, amigo e orientador, pela sua valiosa orientação não só no Mestrado, mas também na iniciação científica, por ter confiado e acreditado na minha capacidade, pela tranquilidade com que sempre conduziu sua orientação, e pelas valorosas contribuições à pesquisa.

Aos professores Edson Vicente da Silva (Cacau) e Danielle Sequeira Garcez, por todas as suas contribuições a este trabalho e por serem exemplo de humildade e serenidade no meio acadêmico.

Aos meus parentes, irmã, avó, tios, tias, primos e primas, que sempre me incentivaram, em especial à minha tia Cecília, que contribuiu de forma especial e significativa para o meu conhecimento e sempre me dedicou muito carinho e amor.

A todos os queridos amigos, à minha amiga Priscila, e companheiros da Geografia, em especial: Lubélia, Rebeca, Lorena, Jacqueline, Janaina Ingrid e Heron, pelos momentos inesquecíveis compartilhados, pelo incentivo neste trabalho e por acreditarem em mim.

A todos os colegas do Mestrado, pelos momentos que passamos juntos na discussão do projeto de pesquisa e pelas contribuições dadas ao mesmo.

Aos professores do curso da Graduação e do Mestrado em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, que muito contribuíram com seus ensinamentos para o meu crescimento acadêmico.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão de bolsa de estudo, fundamental para a realização deste trabalho.

Aos órgãos e instituições que me cederam materiais e informações importantes para o desenvolvimento desta pesquisa, principalmente o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e o Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE).

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Lista de Figuras

FIGURA 1 – Fluxograma com Etapas da Abordagem Metodológica	24
FIGURA 2 – Faixa de Praia na Praia do Espraiado - Acaraú	28
FIGURA 3 – Terraços Marinhos Ocupados por Coqueiros na Praia do Espraiado - Acaraú	29
FIGURA 4 – Rochas Para Conter o Avanço do Mar na Praia da Volta do Rio - Acaraú	30
FIGURA 5 – Dunas na Praia de Espraiado - Acaraú.....	31
FIGURA 6 – Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú.....	32
FIGURA 7 – Manguezal na Zona Estuarina do Rio Zumbi - Acaraú	33
FIGURA 8 – Interflúvio Tabular Arenoso, com áreas residenciais na Praia do Espraiado – Acaraú	35
FIGURA 9 – Neossolos às Margens do Rio Zumbi - Acaraú.....	42
FIGURA 10 – Areias Quartzozas Distróficas na Praia do Espraiado - Acaraú	43
FIGURA 11 – Areias Quartzozas Marinhas na Praia do Espraiado - Acaraú.....	44
FIGURA 12 – Gleissolos Sálcos Sódicos na Praia do Espraiado - Acaraú	45
FIGURA 13 – Vegetação Costeira Pioneira Psamófila na Praia do Espraiado - Acaraú	47
FIGURA 14 – Vegetação Costeira - Arbustiva de Dunas na Praia do Espraiado - Acaraú	48

FIGURA 15 – Vegetação de Mangue na Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú.....	50
FIGURA 16 – Apicum na Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú.....	51
FIGURA 17 – Canoas Utilizadas para a Pesca Artesanal.....	62
FIGURA 18 – Redes Utilizadas para a Captura de Peixes	62
FIGURA 19 – Manzuá para a Captura da Lagosta na Praia do Espraiado - Acaraú.....	64
FIGURA 20 – Plantação de Coqueiros na Praia do Espraiado - Acaraú.....	64
FIGURA 21 – Pecuária Extensiva na Comunidade do Espraiado - Acaraú	65
FIGURA 22 – Antiga Salina em Acaraú no Ano de 1988	67
FIGURA 23 – Área da Antiga Salina Utilizada para Carcinicultura,.....	67
FIGURA 24 – <i>Litopenaeus vannamei</i> -Camarão produzido em cativeiro	68
FIGURA 25 – Fazenda de Carcinicultura Biotek Marine - Praia da Volta do Rio - Acaraú.....	69
FIGURA 26 – Aerogeradores na Praia da Volta do Rio - Acaraú.....	72
FIGURA 27 – Molhe Construído para a Fixação de Aerogeradores na Praia do Espraiado - Acaraú.....	73

Lista de Mapas

MAPA 1 – Mapa-Imagem Planimétrico	19
MAPA 2 – Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação do Solo	60
MAPA 3 – Vulnerabilidade Ambiental.....	76

Lista de Quadros

QUADRO 1 – Características, Dinâmica e Ecodinâmica dos Sistemas Ambientais da Zona Estuarina do Rio Zumbi-CE.....	77
QUADRO 2 – Vulnerabilidade Ambiental e Proposição de Uso Compatível dos Sistemas Ambientais da Zona Estuarina do Rio Zumbi-CE	78

Lista de Tabelas

TABELA 1 – Produção do Pescado Marinho e Estuarino em Toneladas, por Principais Espécies (2008).....	56
TABELA 2 – Área Destinada à Colheita, Quantidade Colhida e Valor da Produção dos Principais Produtos das Lavouras (2008).....	57
TABELA 4 – Efetivo dos Rebanhos e das Aves - 2008.....	58
TABELA 5 – Produtos de Origem Animal - 2008.....	59

Lista de Siglas

ABCC – Associação Brasileira dos Criadores de Camarão

APP – Área de Preservação Permanente

CAD – *Computer Aided Design*

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI – *Environmental Systems Research Institute*

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDACE – Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

LAGIZC – Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira

PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Gestão

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

RESUMO

As formas de uso e ocupação do solo em zonas estuarinas têm causado alterações na dinâmica de seus componentes ambientais. Esta pesquisa tem como área de estudo a Zona Estuarina do Rio Zumbi, situada a oeste do Ceará, entre os municípios de Acaraú e Itarema. Apesar de compreender áreas com uso restrito por lei, como a faixa de praia, parte dos campos de dunas e os manguezais, grandes empreendedores como os de carcinicultura e de energia eólica, não hesitam em instalar seus projetos nestes ambientes ocasionando, por vezes, danos de ordem socioambiental. A pesquisa tem por objetivo principal determinar a vulnerabilidade ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi, com base no método geossistêmico que abrange a relação homem-natureza de forma dialética. O método permitiu a análise integrada e holística de todos os processos e fatores envolvidos na paisagem. Para a determinação da vulnerabilidade, realizou-se um estudo de uso e ocupação da área de estudo, bem como um estudo das unidades ambientais. A análise integrada das formas de uso e ocupação e das unidades geoambientais possibilitou a identificação de problemas envolvidos, permitindo a recomendação de uso compatível com os sistemas ambientais.

Palavras-chaves: Vulnerabilidade Ambiental, Zona Estuarina, Uso e Ocupação, Sistemas Ambientais

ABSTRACT

The forms of land use and occupation in estuaries have caused changes in the dynamics of their environmental components. This research studied the área of the River Estuarine Zone of Zumbi, river located at westpert of Ceará, between the municipalities of Acaraú and Itarema. Instead of understanding in limited areas by law, as the strip of beach, part of the dune fields and mangrove swamps, high achievers such as shrimp farming and wind energy, do not hesitate to install their projects in these environments causing sometimes damage social and environmental agenda. The research aims at determining the environmental vulnerability of the Estuarine Zone of the river Zumbi, based on the geo method comprising the man-nature dialectic way. The method allowed the integrated and holistic analysis of all the processes and factors involved in the landscape. To determine the vulnerability, we carried out a study of use and occupancy of the study area, as well as a study of environmental units. The integrated analysis of the forms of use and occupation and environmental units enabled the identification of problems involved, allowing the recommendation to use compatible with environmental systems.

Keywords: Environmental Vulnerability, Estuarine Zone, Use and Occupation, Environmental Systems

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	VIII
Lista de Mapas	X
Lista de Tabelas	X
Lista de Siglas	XI
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUÇÃO	17
1 MÉTODO E METODOLOGIA	20
1.1 Fundamentação Teórica: Teoria Geossistêmica.....	20
1.2 Procedimentos Técnico-Operacionais.....	23
1.3 Metodologia de Execução	24
2 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ZONA ESTUARINA DO RIO ZUMBI - CE	26
2.1 Características Geológicas e Geomorfológicas	26
2.1.1 Planície Litorânea.....	26
2.2 Condições Climáticas e Hidrológicas	38
2.3 Solos e Condições Fitoecológicas.....	40
3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ZONA ESTUARINA DO RIO ZUMBI ..	53
3.1 Contexto Histórico dos Municípios de Acaraú e Itarema	53
3.2 Análise Socioeconômica	54

3.2.1	Carcinicultura	66
3.2.2	Energia Eólica	70
4	CONDIÇÕES DE VULNERABILIDADE E CAPACIDADE DE SUPORTE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

INTRODUÇÃO

O litoral cearense possui 573 quilômetros de extensão, representando uma área de 1.424 km², correspondente a 10% de todo o território do Estado e abrigando 21 municípios que se caracterizam por uma paisagem onde se destacam campos de dunas, praias e manguezais. A Zona Estuarina da bacia do Rio Zumbi está localizada no litoral oeste do Estado do Ceará cerca de 250 km da capital Fortaleza (Mapa 1).

A bacia do Rio Zumbi tem uma área de 193 km² e está localizada na Bacia do Litoral no Ceará, que abrange uma área total de 9.622 km², da qual fazem parte os rios Aracatiaçu, Aracatimirim, Mundaú, Zumbi e Trairi, inscritos administrativamente nos municípios de Amontada, Itarema, Irauçuba, Itapipoca, Tururu, Miraíma, Trairi e Uruburetama, estando a bacia do Rio Zumbi entre os municípios de Acaraú e Itarema.

A planície litorânea, geossistema de maior expressão da área de estudo, apresenta um relevo moldado pelos avanços e recuos do nível do mar, associados à ação eólica. A partir dessas características, desenvolve um forte processo erosivo através da interação dos fatores climáticos, dos fatores hidrodinâmicos e da ação continuada e prolongada da atividade antrópica que modificam bruscamente as feições morfológicas locais. Essa pressão de uso e ocupação sobre a planície litorânea no mundo todo, e os seus efeitos sobre o equilíbrio dos ecossistemas, têm sido um assunto frequentemente abordado na literatura científica.

A Zona Estuarina do Rio Zumbi tem sido ocupada com atividades que acarretaram uma série de impactos ambientais, sendo estes relacionados à interferências na dinâmica costeira, ao desmatamento do manguezal, bem como à utilização inadequada dos sistemas ambientais.

A determinação da vulnerabilidade ambiental, principal objetivo deste estudo, é de fundamental importância para a Zona Estuarina do Rio Zumbi, pois se constitui um sistema ambiental de alta vulnerabilidade e dinâmica ambiental. A partir de tal estudo, foi possível diagnosticar áreas mais sensíveis a problemas ambientais,

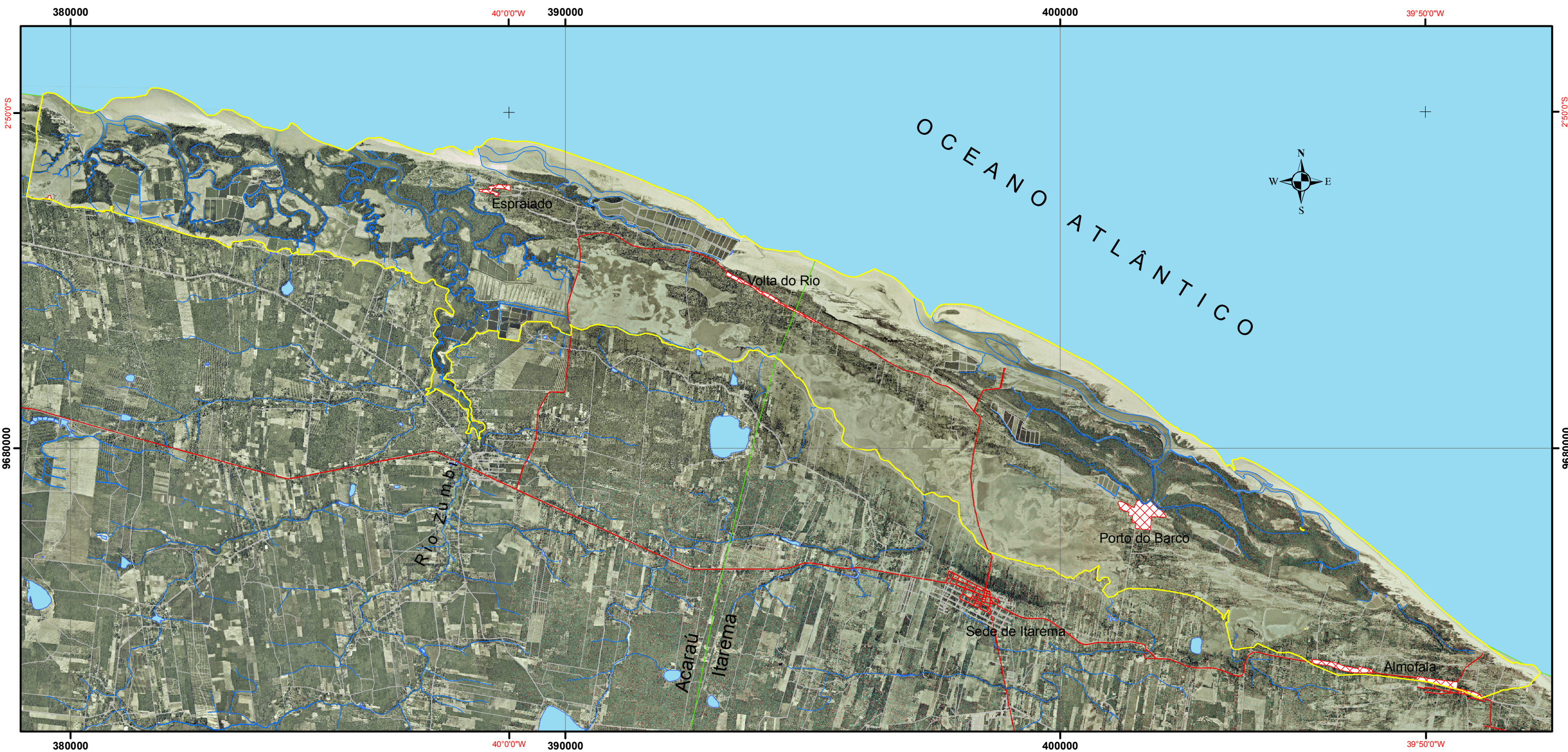
permitindo recomendações para um melhor aproveitamento de atividades de controle e proteção. Com essa determinação, é possível identificar áreas susceptíveis a impactos ambientais nos mais diversos aspectos provocados pelo uso de determinada área.

A definição da vulnerabilidade foi baseada na classificação dos três grandes tipos de meios morfodinâmicos, segundo Tricart (1977), em função da intensidade dos processos atuais. São eles: os meios estáveis, os meios instáveis e os meios de transição.

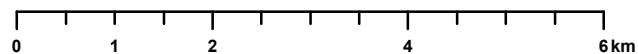
Foi utilizada uma abordagem teórico-metodológica que aborda a relação homem-natureza de forma dialética, para se discutir temas relacionados ao uso e ocupação da Zona Estuarina, os processos dinâmicos envolvidos na evolução morfológica e sua limitação de uso para a definição da vulnerabilidade ambiental. A aplicação da metodologia geossistêmica, baseada na Teoria Geral dos Sistemas aos estudos geográficos, serviu para abranger todos os processos e fatores envolvidos de análise integrada das paisagens.

Dessa forma, o trabalho teve ainda como objetivos:

- Fazer a contextualização geoambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi.
- Identificar os tipos de uso e ocupação do solo.
- Determinar a vulnerabilidade ambiental bem como a capacidade de suporte dos sistemas ambientais envolvidos.
- Apresentar alternativas de uso compatíveis com os recursos naturais.



Sistema de Projeção UTM - Universal de Transversa de Mercator
Zona 24M, Datum SAD69 - South America 1969.



Fonte: Levantamento Aerofotogramétrico do IPECE (CEARÁ, 2008)

Elaboração: Géog. Janaina Melo Oliveira
Responsável Técnico: Geóg. Me. Eder Mileno Silva de Paula

Apoio:



Localização da Área de Estudo



Convenções Cartográficas

- Sede Municipal, Vilas e Povoados
- Vias Pavimentadas
- Vias Não Pavimentadas
- Limite Municipal
- Lagoas e Reservatórios
- Rios e riachos
- Zona Estuarina do Rio Zumbi



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ-UECE
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Programa de Pós-graduação em Geografia - PROPGE
Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC

Vulnerabilidade Ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi - Ceará.

1 MÉTODO E METODOLOGIA

1.1 Fundamentação Teórica: Teoria Geossistêmica e Ecodinâmica

Por tratar-se de um estudo integrado, faz-se necessário estabelecer uma relação dialética entre sociedade e natureza, destacando-se a vulnerabilidade do meio físico num método de análise que tenha enfoque holístico, pela necessidade de abranger todos os fatores e processos envolvidos. O método geossistêmico de análise integrada da paisagem é baseado na Teoria Geral dos Sistemas elaborada por Bertalanffy (1973), e propõe estudar não um aglomerado de partes, mas sim os elementos que compõem um sistema em integração.

O estudo do geossistema não visa a paisagem em si, e sim as relações existentes em seu interior. Essas interrelações traduzem sua dinâmica e permitem que o estudo se aprofunde na busca da compreensão do espaço em dimensões tanto anteriores quanto posteriores. Na dimensão anterior, quando os geossistemas primitivos são revistos e fornecem dados importantes para a compreensão das condições atuais, de acordo com sua evolução espaço-temporal; e posterior, com a previsão de estados futuros que o geossistema atual poderá tomar, a partir da visualização de uma série de cenários possíveis.

O homem atua nos geossistemas com uma infinidade de fatores de ordem socioeconômica que conduzem a rupturas do equilíbrio ambiental, promovendo, assim, condições de instabilidade. As atividades humanas mudam de um geossistema para outro e tendem a caracterizá-los com um padrão homogêneo. No entanto, não existe uma homogeneidade em seu interior devido as suas propriedades e características serem variadas. Contudo, um fator sempre se sobressairá e dará certa particularidade ao geossistema.

Diversos autores, dentre os quais Bertrand (1969), Sotchava (1977), Tricart (1977) e Souza (1994) (este último adaptou a realidade para o Nordeste Brasileiro) procurando realizar estudos integrados da paisagem, fundamentaram-se na Teoria Geral dos Sistemas e desenvolveram as bases teórico-metodológicas para tais estudos, sob a óptica dos geossistemas.

Dentre as classificações de geossistemas mais utilizadas no Brasil está a de Sotchava (1977) que introduziu o termo geossistema na literatura soviética preocupando-se em estabelecer uma tipologia aplicável aos estudos geográficos, destacando os aspectos integrados dos elementos naturais numa entidade espacial substituindo os aspectos da dinâmica biológica dos ecossistemas. Para Sotchava, os geossistemas são sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem, ocorrendo em três níveis: planetário, regional e local.

Bertrand (1969) aperfeiçoa o conceito de Sotchava (*op.cit*), propondo um sistema taxonômico e hierárquico para a classificação da paisagem, possuindo seis níveis subdivididos em unidades superiores e inferiores. As unidades superiores correspondem à: zona, domínio e região natural. As inferiores compreendem a classificação de Tricart (1977), que são os geossistemas, geofácies e o geótopo. Segundo Bertrand (1969):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É numa determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Desse modo, o potencial ecológico (composto pelo relevo, clima e hidrologia), a exploração biológica (representada pela vegetação, solo e fauna) e a ação antrópica constituem dados instáveis com variação de tempo e espaço.

Tricart (*op.cit*) acentua o referencial sistêmico sugerindo a análise ecodinâmica do ambiente. Segundo este autor, os geossistemas se caracterizam por uma funcionalidade nos processos de troca entre matéria e energia através do equilíbrio dinâmico, constituindo o que se concebem como ambientes estáveis, porém não estáticos. Quando estas unidades são impactadas pelas atividades antrópicas, a tendência é a perda do seu estado de equilíbrio passando à categoria de instáveis.

A análise ecodinâmica nos permite, através da pedogênese e da morfogênese, classificar o grau de estabilidade do meio ambiente, sendo a pedogênese critério de estabilidade. Faz-se necessário salientar com precisão a dinâmica do geossistema, seja a atual ou a pretérita, para mostrar um padrão

evolutivo de tempo e espaço que permita estabelecer parâmetros para a compreensão do estado presente e elaboração das possíveis tendências futuras.

Ao propor uma classificação ecodinâmica do meio ambiente, Tricart (*op.cit*) diz que a ótica dinâmica tem que ser o ponto de partida da avaliação, guiando a classificação dos meios no nível taxonômico mais elevado. Ele propõe três grandes tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos atuais:

Meios estáveis: Caracterizam-se pelo predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, onde prevalece a condição de clímax, a cobertura vegetal é suficiente para evitar o desenvolvimento de processos dinâmicos e, conseqüentemente, a dissecação é moderada, prevalecendo a fitoestabilidade.

Meios intergrades ou de transição: São caracterizados por uma passagem gradual entre os meios estáveis e fortemente instáveis. Há uma interferência permanente entre pedogênese-morfogênese.

Meios instáveis: A morfogênese é o elemento que predomina na dinâmica, resulta de causas naturais e, sobretudo, implica numa dissecação antrópica elevada.

De acordo com Souza *et. al.* (SEPLAN, 1994), o geossistema acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto geoambiental, representando dados ecológicos oriundos à princípio de combinações espaciais de fatores morfo-estruturais e climato-ecológicos. Assim, das relações entre esses fatores, resulta o potencial ecológico onde é estabelecida a tipologia biótica do espaço, integrando o solo, a cobertura vegetal e a fauna.

Assim, sendo definidos os agentes morfodinâmicos e sua atuação de forma integrada para a composição da paisagem, torna-se possível caracterizar a vulnerabilidade ambiental.

A vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como um grau de exposição de determinado ambiente estar sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não de atividades econômicas (SANTOS e SOUZA, 2005).

Aplicando-se essa metodologia é possível realizar a análise da relação entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos, a fim de estabelecer critérios para a definição da vulnerabilidade ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi, bem como a identificação de áreas adequadas ou impróprias para o uso e ocupação. Baseando-se no método geossistêmico foram considerados como critérios para a definição da vulnerabilidade, os componentes ambientais, tais como a geomorfologia, geologia, clima, solos, cobertura vegetal e uso da terra da zona estuarina em questão.

1.2 Procedimentos Técnico-Operacionais

Os sistemas computacionais utilizados na pesquisa foram adquiridos pelo Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC), da Universidade Estadual do Ceará (UECE). O material geocartográfico foi adquirido em sedes de órgãos públicos do Estado, como o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e o Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE). Tanto os sistemas computacionais quanto o material geocartográfico foram úteis para a elaboração do mapa de Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação do Solo, bem como, mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

Sistemas Computacionais

- SPRING versão 4.3 *for Windows(MS)*, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, SP, Brasil.
- ArcGIS versão 9 *for Windows(MS)*, desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute- ESRI, Redlands, CA, EUA*.
- AutoCAD 2009 *for Windows(MS)*, criado e comercializado pela *Autodesk*, desde 1982.

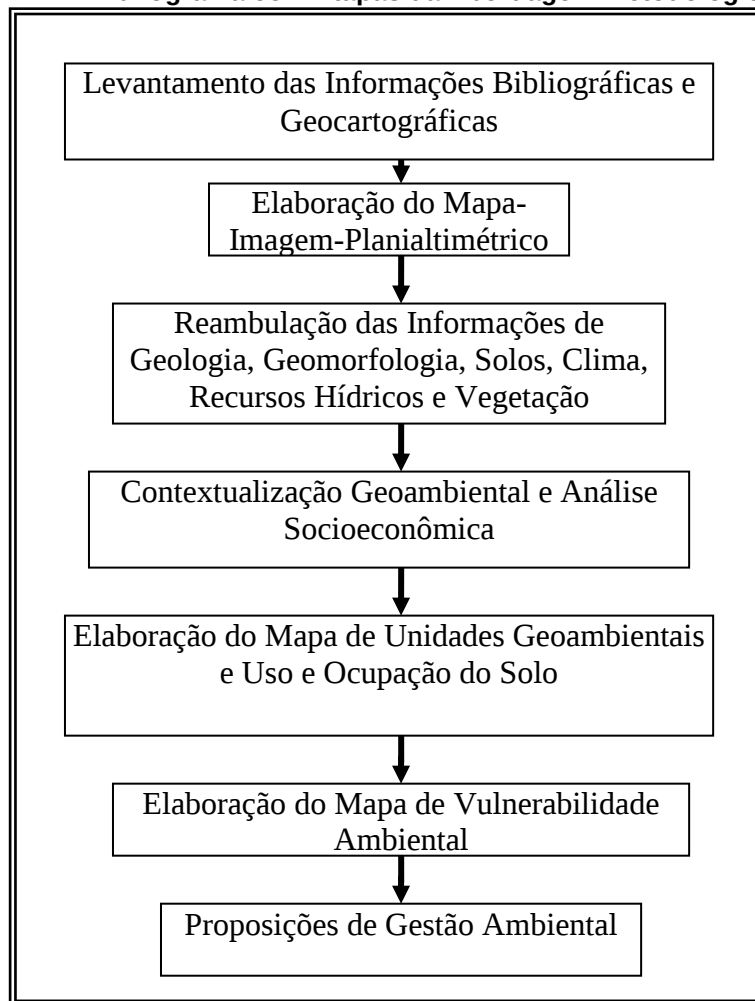
Material Geocartográfico

- Ortofotocartas digitalizadas do Município de Acaraú na escala de 1:20.000 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará- IPECE (2008).

1.3 Metodologia de Execução

Os procedimentos metodológicos adotados para definição dos critérios de vulnerabilidade ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi estão contidos a seguir, na Figura 1.

FIGURA 1 – Fluxograma com Etapas da Abordagem Metodológica



A definição da área de estudo foi feita com base na delimitação da bacia do Rio Zumbi. Os limites foram estabelecidos a partir da delimitação das unidades geoambientais que compõem a Zona Estuarina do Zumbi: faixa de praia, campos de dunas, planície flúvio-marinha e Interflúvios Tabulares Arenosos, através de análise e interpretação do material cartográfico utilizado.

Foram utilizados dados sobre o uso e ocupação da área obtidos através de levantamento bibliográfico feito a partir de pesquisa em livros, artigos científicos, sites relacionados e jornais. Também foram utilizados dados de órgãos oficiais, tais

como: CPRM, EMBRAPA, FUNCEME, IBGE, IDACE, IPECE e SEPLAN. O material cartográfico foi cedido pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), e é constituído de ortofotocartas do ano de 2008, escala de 1:20.000, que foi utilizado para a confecção do mapa de Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação do Solo e do mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

Depois da elaboração do mapa Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação, na escala de 1:80.000, foi feita uma visita a campo na área em estudo para a reambulação das informações a fim de verificar a veracidade destas, e também, para a construção de um acervo fotográfico. A única forma de uso que não havia sido considerada no mapa foi a de energia eólica, pois as ortofotocartas datam do ano de 2008 e a instalação da central eólica na área de estudo deu-se no ano de 2009. Com a visita de campo foi possível fazer a localização deste empreendimento e inseri-lo no mapa de Uso e Ocupação.

Posteriormente, foi feita a contextualização geoambiental da área de estudo onde foram identificadas as características geológicas e geomorfológicas, as condições climáticas e hidrológicas, tipos de solos e condições fitoecológicas da área. Também foi realizada uma análise socioeconômica sobre as principais atividades econômicas desenvolvidas nos municípios envolvidos na pesquisa: Acaraú e Itarema, seguida da análise restrita à Zona Estuarina do Rio Zumbi.

O mapa de Vulnerabilidade Ambiental foi elaborado a partir da análise dos sistemas ambientais e seus tipos de uso e ocupação do solo.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ZONA ESTUARINA DO RIO ZUMBI - CE

2.1 Características Geológicas e Geomorfológicas

Geomorfologicamente, a área de estudo corresponde à Zona Estuarina do Rio Zumbi, onde foram identificados os seguintes geossistemas: Planície Litorânea e Tabuleiros Pré-Litorâneos, representados pelos seguintes geofácies: Faixa de Praia/Pós-Praia, Campos de Dunas, Planície Flúvio-Marinha e Interflúvios Tabulares Arenosos.

2.1.1 Planície Litorânea

Os aspectos da morfologia costeira são subordinados aos processos de acumulação de sedimentos. Assim, o desenvolvimento de largos estirâncios depende da carga aluvial depositada pelos rios de maior competência. Próximo aos estuários, a ação fluvial se combina com a marinha, contribuindo para a formação das planícies flúvio-marinhas. De maneira generalizada, porém, o que melhor identifica a Planície Litorânea do Ceará é a ocorrência de um extensivo cordão de dunas refletindo a ação predominante da dinâmica eólica (CEARÁ, 1998).

Sua feição morfológica é resultante de processos de acumulação, condicionados por ações eólicas, marinhas e fluviais, isoladas ou em conjunto. Estas áreas estão sujeitas a impactos provocados, principalmente, pela ação de tensores naturais, tais como a deriva litorânea e as estações de chuva e de estiagem.

A geologia da área é caracterizada por sedimentos quaternários ou recentes representados por: sedimentos litorâneos, compreendendo o ambiente de praia; sedimentos eólicos litorâneos, compreendendo o ambiente de dunas móveis e dunas fixas; e sedimentos flúvio-marinhos.

Faixa de Praia/Pós-Praia

Dentre todas as feições morfológicas da planície litorânea, as praias são consideradas os ecossistemas mais instáveis e dinâmicos por estarem em constantes mudanças, principalmente pelo uso e ocupação desordenado do solo. De acordo com Finkl (2004), as classificações de costas são, de algum modo, enigmáticas, porque a maioria das costas é composta de feições que se superpõem de processos terrestres, costeiros e marinhos, produzindo características e formas multifacetadas e poligênicas, num arcabouço geológico herdado.

De forma geral, as praias (Figura 2) são formadas por sedimentos arenosos ou rochosos, restos de conchas e cascalhos transportados pelas ondas e correntes marinhas. Sazonalmente, ocorrem modificações em suas feições em consequência dos processos de deposição de sedimentos arenosos causados mais intensamente na preamar, e dos processos erosivos na baixa maré.

De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Ceará (CEARÁ, 2005), as praias são áreas cobertas e descobertas pelas águas do mar, acrescidas das faixas subsequentes de material detrítico, tais como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural ou, em sua ausência, onde comece outro ecossistema, como acontece em todo o litoral do Ceará. As praias são interrompidas apenas pelos estuários dos rios que deságuam no mar, onde são comuns os arenitos de praia (*beachrocks*). Seu limite superior é marcado principalmente pelas bermas, aparecimento da vegetação pioneira nas planícies de deflação/cordões litorâneos e falésias vivas e, de forma localizada, as dunas.

Segundo o artigo 10 do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), lei nº 7.661, de 16 de maio de 1968:

As praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse de segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.



FIGURA 2 – Faixa de Praia na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Meireles (2001), ao elaborar um modelo evolutivo para explicar a morfogênese litorânea, definiu ao longo do litoral cearense morfologias denominadas de terraços marinhos (holocênicos e pleistocênicos), ocorrentes entre a pós-praia e campos de dunas ou falésias mortas. Na Zona Estuarina do Rio Zumbi, grande parte dos terraços marinhos está ocupada por coqueirais (Figura 3).

De acordo com Ceará (2005), os terraços marinhos são, em geral, antigos depósitos de origem marinha, com formas tabulares e topos planos, geralmente com conchas altimétricas inferiores a cinco metros, que foram soldados à planície costeira. São constituídos de depósito de praia de areia média quartzosa com fragmentos de conchas. Morfologicamente, mostram ondulações que se assemelham a uma série de cordões litorâneos que foram soldados ao continente à medida que o mar foi recuando.



**FIGURA 3 – Terraços Marinhos Ocupados por Coqueiros na Praia do Espraiado
- Acaraú
Foto: Oliveira (2010)**

Por serem ambientes muito instáveis, qualquer intervenção ocorrida na faixa de praia é capaz de modificar a dinâmica local. Na praia da Volta do Rio em Acaraú, quando da instalação do empreendimento de energia eólica, foram inseridas rochas para conter o avanço do mar, o que ocasionou uma brusca modificação da paisagem e da própria dinâmica costeira, como podemos ver na Figura 4.

Campos de dunas

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução nº 303, de 20 de março de 2002, duna é:

Uma unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta ou não, por vegetação.

O somatório de dunas móveis e fixas que ocorrem em uma mesma célula costeira são os campos de dunas. As células costeiras correspondem a trechos do litoral cujos limites são definidos por acidentes geográficos, como estuários, promontórios, dentre outros (CEARÁ, 2005).



FIGURA 4 – Rochas Para Conter o Avanço do Mar na Praia da Volta do Rio - Acaraú

Foto: Oliveira (2010)

Estas feições constituem uma área especial no aspecto paisagístico da região, as quais tanto podem ser encontradas recobertas pela vegetação pioneira herbácea como pela vegetação arbustiva, ou desprotegidas de vegetação, que lhes confere a denominação de dunas fixas ou móveis (IMPESA/AMBIENTAL, 2010). As dunas, as quais se distinguem em móveis e fixas, ocupam extensivamente a região litorânea oeste do Estado do Ceará, onde está inserida a área da Zona Estuarina do Rio Zumbi (Figura 5).

Neste litoral em particular, os cordões de dunas afloram e se estendem pelo continente, com formação possível em decorrência da faixa continental que margeia o litoral e estão em nível topográfico de 2 a 3m acima do nível do mar. Sendo móveis, seus sedimentos são sazonalmente transportados entre os meses de agosto a dezembro, quando da ação de ventos de sudeste.

De acordo com Ceará (2005), o movimento das costas ocasiona intensa erosão dos sedimentos litorâneos, com redistribuição ao longo das praias e formação de dunas. Quando o suprimento de sedimento é grande e as dunas não

são estabilizadas pela vegetação, podem se formar extensos campos de dunas móveis e lençóis dunares.



FIGURA 5 – Dunas na Praia de Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Pye e Tsoar (1990) consideram que a vegetação é o principal fator de controle da forma das dunas costeiras. Além das dunas vegetadas com formas características, são encontradas frequentemente no litoral do Ceará dunas móveis que foram fixadas pela vegetação, principalmente a sotavento dos campos de dunas. A vegetação nasce e cresce nas partes mais baixas, induzida pela água da chuva que penetra nas dunas e flui no sopé. Sua expressão não é mais evidente porque são constantemente soterradas pelo avanço do campo de dunas móveis (CEARÁ, 2005).

Planície flúvio-marinha

A baixa altitude topográfica favorece o processo de acumulação de sedimentos na linha da costa, represando rios e levando-os a redefinir sua foz, favorecendo assim a formação de planície flúvio-marinha, representada na Figura 6.



FIGURA 6 – Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

As planícies flúvio-marinhas compõem o quadro morfológico do litoral e são dotadas de algumas características que as individualizam. Decorrem de processo combinatório entre agentes fluviais e oceânicos. Apresentam solos típicos de manguezais continuamente afetados pela preamar (CEARÁ, 1998).

São formadas por sedimentos flúvio-marinhos e marinhos quaternários que vão se formando na foz dos rios, em um nível topográfico igual ou abaixo ao do mar. Tais condições favorecem a entrada das águas do mar quando das marés altas que, condicionadas pela força e amplitude, fazem adentrar cada vez mais pelo continente.

De acordo com Ceará (2005), as planícies flúvio-marinhas são as superfícies planas de um estuário, que se situam entre o nível médio da maré baixa de sizígia e o nível médio da maré alta equinocial. São aquelas áreas que sofrem a maior influência da água do mar. No litoral do Ceará, as partes mais baixas estão cobertas pelo menos duas vezes por dia de água salgada, por se situarem entre os níveis médios das baixas marés e preamares de quadratura. As partes mais

elevadas somente são atingidas pelas preamares de sizígia e equinociais e, a faixa de terra delimitada pelo nível médio das preamares de sizígia equinociais, somente inundada em intervalos de quinze dias e o permanece sendo por períodos contínuos de aproximadamente cinco dias.

Nas partes mais baixas da planície flúvio-marinha encontram-se os manguezais (Figura 7) definidos na resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 como Áreas de Preservação Permanente, sendo:

Ecossistema litorâneo com influência flúvio-marinha, que ocorre em terrenos sujeitos às ações das marés, formado por vazas lodosas ou arenosas, às quais se associa, predominantemente a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina.



FIGURA 7 – Manguezal na Zona Estuarina do Rio Zumbi - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

O ecossistema manguezal é reconhecido como “ecossistema chave”, cuja preservação é essencial para a manutenção de outros ecossistemas existentes muito além da floresta de mangues (SCHAEFFER-NOVELLI *et al*, 1999).

De acordo com May (2002), a ecodinâmica do manguezal está associada a processos ambientais relacionados às variações de salinidade e a um controle rigoroso e extremamente frágil advindo da interação entre os fluxos de matéria e energia confluentes para o sistema estuarino. Desta forma, o ecossistema manguezal propicia o desenvolvimento de funções e benefícios específicos, que abrangem as três maiores áreas: bioquímica, ecológica e antropocêntrica, sendo que existem funções que abrangem as três categorias.

2.1.2. Tabuleiros Pré-Litorâneos

Os tabuleiros pré-litorâneos são definidos pela Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, artigo 2º, inciso XI, como:

Tabuleiro ou chapada - paisagem de topografia, plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude.

Ainda em conformidade com a resolução Conama, em seu artigo 3º, inciso VIII:

Constituem Áreas de Preservação Permanente, a área situada nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa.

De acordo com o ZEE da Zona Costeira do Ceará, os tabuleiros pré-litorâneos constituem superfícies planas que se encontram na transição de terras altas com a frente marinha, e que foram formados sobre os sedimentos da formação barreiras, sendo interrompidos pelos estuários dos rios que atingem o litoral. Penetram cerca de 40 km no interior do continente e têm altitude média de 30 a 50 metros, raramente ultrapassando 80 metros.

Interflúvios Tabulares Arenosos

Os Interflúvios Tabulares Arenosos correspondem a superfícies predominantemente planas, com caimento topográfico suave para o litoral, com interflúvios tabulares, fraco entalhamento da drenagem e Neossolos (quartzarênicos) revestidos por vegetação de tabuleiro, modificados por intervenções antrópicas (Figura 8).



FIGURA 8 – Interflúvio Tabular Arenoso, com áreas residenciais na Praia do Espraiado – Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

A caracterização sedimentológica da Zona Estuarina do Rio Zumbi foi feita baseada em estudos sobre a localidade em questão. Os sedimentos são: litorâneos, eólicos litorâneos, flúvio-marinhos e aluvionares.

Segundo Souza (1998), o litoral cearense pertence ao “Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos”, sendo assim constituídos por sedimentos de origem geológica quaternária. Nele estão inseridos os sedimentos da Formação Barreiras e os depósitos holocênicos (arenosos e argilosos).

Sedimentos Litorâneos

As areias de praia representam os sedimentos eólicos litorâneos. Estes sedimentos são compostos por areias finas a média, de coloração clara. Os grãos de quartzo compõem a maior percentagem dos minerais, que geralmente apresentam caráter brilhoso, formas subangulosas, tendendo a um arredondamento nos grãos maiores. Em ordem de importância mineralógica ocorrem ainda feldspatos potássicos, com mais raridade, e minerais pesados. Compõem ainda estes sedimentos materiais de origem orgânica marinha como fragmentos de conchas e outros tipos de material biodetrítico.

Os estratos superficiais observados nos sedimentos de praia estão, em sua maioria, representados por estruturas tipo marcas de ondas. Na área de estudo, a faixa de domínio destes sedimentos marca nitidamente a linha de preamar, onde são depositados sedimentos mais grossos.

Também são encontrados os sedimentos praias de caráter arenoso, brilhoso e de grãos subarredondados que capeiam a superfície de intermarés. Este material se constitui essencialmente de grãos de quartzo, minerais mais resistentes ao desgaste físico com grande densidade (chamados de minerais pesados), fragmentos da biota marinha, fragmentos de rochas e restos da flora costeira.

Sedimentos Eólicos Litorâneos

As formações eólicas litorâneas ocorrem na forma de dunas móveis e fixas, formando cordões, por vezes contínuos e paralelos à linha de costa. São depósitos eólicos, compostos predominantemente por quartzo em forma de grãos arredondados, bem selecionados, inconsolidados, de tonalidades claras e de granulação fina a média. É comum a presença de resto de carapaças de animais marinhos e, mais raramente, ocorrem concentrações de delgados leitos de minerais pesados. A origem das dunas está relacionada principalmente ao aporte de sedimentos oriundos das areias de praia e a posição da linha da costa em relação à direção dos ventos dominantes.

Sedimentos Flúvio-marinhos

Os sedimentos flúvio-marinhos apresentam argilas de coloração escura, extremamente salinizadas pelos efeitos das marés, (nota-se maior concentração de matéria orgânica, maior plasticidade e menor impermeabilidade). Há evidências de que os sedimentos flúvio-marinhos são carregados pelas correntes, formando depósitos de areias fluviais já na plataforma continental.

As planícies flúvio-marinhas no litoral cearense possuem dimensões diferenciadas em função das variações do potencial hidrológico de cada bacia fluvial e da evolução sedimentar e dinâmica morfológica associada (CEARÁ, 2005).

Sedimentos Aluvionares

A litologia dos sedimentos aluvionares é representada por areias com granulometria variando de finas a grossas, de coloração cinza-claro ou amarelo-claro, com variações para tonalidades escuras, podendo ainda ocorrer, localmente, cascalhos grosseiros, blocos de rochas e ainda argila com matéria orgânica em decomposição.

De acordo com Ceará (2005), os aluviões que compõem as planícies fluviais dos baixos cursos, próximos às zonas estuarinas, deslocam-se no sentido transversal à linha de costa, impulsionados pelos eventos de maior vazão fluvial e na

forma de bancos e flechas de areia. A composição granulométrica dos sedimentos aluviais é constituída por silte, argila, areia, cascalho e seixos pequenos.

2.2 Condições Climáticas e Hidrológicas

As variações sazonais que ocorrem no sistema climático do nordeste brasileiro, onde a área de estudo está inserida, encontram-se regularizadas principalmente por dois sistemas de tempo sinóticos, que são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e os Vórtices Ciclônicos em altos níveis.

A ZCIT representa o principal sistema sinótico responsável pelo estabelecimento da estação chuvosa. Os ventos alísios, provenientes dos dois hemisférios terrestres, convergem para uma região de baixa latitude no entorno da linha do Equador. Como os ventos alísios carregam umidade e são gradualmente aquecidos, sua convergência em uma região de pressões menores é caracterizada por forte convecção e chuvas quase contínuas (IMPSA/AMBIENTAL, 2010).

De acordo com Nimer (1989), a ZCIT se faz sentir de modo expressivo a partir de meados do verão e atinge sua maior frequência no outono (março-abril), quando alcança sua posição mais meridional. Tal sistema retorna ao Hemisfério Norte em maio, quando o período chuvoso entra em declínio.

Com relação à posição da ZCIT, esta migra em ciclos anuais, coincidindo sobre o território cearense durante os meses de março a maio, o que provoca a sua principal, e muitas vezes única, estação chuvosa, na qual os ventos atingem sua intensidade mínima anual. No restante do ano (nove meses), a ZCIT retorna às latitudes equatoriais, resultando em predomínio do período seco e a existência de grandes regiões com clima semi-árido. É nesse período seco (julho a dezembro) que os ventos da região atingem seu máximo, com intensidades e constâncias notáveis (IMPSA/AMBIENTAL, 2010).

Outros sistemas sinóticos geradores de instabilidade no Estado do Ceará são: as frentes frias que migram do sul da América do Sul e exercem influência significativa na formação de nebulosidades e convecção continental; a existência de vórtices ciclônicos em altos níveis com tempo de atuação variável dentro do período

de chuvas; e os efeitos de brisas marítimas e terrestres que atuam na zona litorânea (PERH,1992).

Os Vórtices Ciclônicos de altos níveis têm sua formação no Atlântico Sul, em geral entre os meses de setembro e abril. Esses fenômenos meteorológicos mostram-se mais atuantes na estação de verão e, mais especificamente, no mês de janeiro. O núcleo do Vórtice é sempre acompanhado de céu claro, o que caracteriza uma total ausência de nebulosidade. Na sua periferia, contudo, é comum encontrar-se associações de nuvens do tipo cirros e cumulos-nimbus (IMPISA/AMBIENTAL, 2010).

A área da bacia hidrográfica do litoral, inclusive a bacia do Rio Zumbi em sua grande porção, encontra-se sob o domínio do clima semi-árido, com temperaturas elevadas, insolação entre 8 a 9 horas diárias e intensa radiação, num regime pluviométrico de três a quatro meses de chuvas, entre verão/outono, estendendo vários meses de pouca ou nenhuma chuva, condições ambientais responsáveis pela maior ou menor aridez ao longo da bacia hidrográfica (FUNCIME, 2006). Vale ressaltar que é justamente na zona costeira, representada pela Planície Litorânea onde as precipitações mais significativas ocorrem.

O déficit hídrico ocorre em torno de 8 a 9 meses, e a única diferença é a quantidade de água precipitada no período das chuvas. Para reforçar ainda mais este argumento, a vegetação - bom indicador de mudança climática - permanece a mesma, e nas proximidades do litoral liga-se a algumas espécies de vegetação típicas de dunas.

As características das águas subterrâneas (volume e qualidade) refletem o comportamento integrado dos fatores ambientais, interferentes na trajetória da água através do seu ciclo hidrológico, destacando-se entre estes fatores a litologia, a estratigrafia, o solo, a vegetação, a taxa de infiltração, a taxa de escoamento superficial, a pluviometria e o excedente hídrico. De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental (IMPISA/AMBIENTAL, 2010) realizado na área de estudo, pôde-se identificar alguns domínios hidrogeológicos, como: depósitos aluvionares e depósitos eólicos.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos. Estes drenam a região e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

As dunas representam outro aquífero livre, de considerável importância para a região costeira. As características hidrodinâmicas do material que constitui as dunas, a alta permeabilidade e a porosidade, favorecem a boa recarga deste aquífero e facilitam a captação de água no mesmo. Outra qualidade importante deste manancial refere-se à qualidade das águas, já que neste, as águas não apresentam comprometimento por conta de contaminação do material do aquífero.

2.3 Solos e Condições Fitoecológicas

Na Zona Estuarina do Rio Zumbi é evidenciada a presença de faixa de praia onde se identificam corpos arenosos apresentando quase sempre conchas na superfície. Isto denota a influência pretérita do mar e o posicionamento em cotas mais elevadas que o nível das planícies marinhas e aluviais, portanto, nos terraços marinhos. A região é esculturada por processos deposicionais em sua parte emersa e por processos erosivos na faixa de intermarés.

Em conformidade com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (BRASIL,1999), foram caracterizadas as seguintes classes de solos: Neossolos Flúvicos Eutróficos (Solos Aluviais Eutróficos); Neossolos Quartzarênicos Distróficos (Areias Quartzozas Distróficas); Neossolos Quartzarênicos Órticos Solódicos (Areias Quartzozas Marinhas); e Gleissolos Sálicos Sódicos (Solos Indiscriminados de Mangue).

Segundo Ceará (1998), na planície litorânea (incluída na Zona Estuarina do Rio Zumbi) distingue-se, em sua maioria, solos com fraca ou quase nula evolução pedogenética (sem horizonte B e até desprovido de horizonte A). Estes solos

originam-se de sedimentos arenoquartzozos quaternários ou de materiais areno-argilosos-siltosos recentes, depositados pelos rios, às vezes em mistura com materiais orgânicos. À medida que é diminuída a influência marinha, para montante das margens dos canais fluviais, surgem os solos com horizonte B, via de regra com influência superficial de material aluvial.

Neossolos Flúvicos Eutróficos (Solos Aluviais Eutróficos)

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (BRASIL,1999) os Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B. Os Neossolos Flúvicos são solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Possuem horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada (diferentes colorações) ou com mosqueados (pintas escuras) abundantes. Devem estar a profundidades superiores a 150 cm.

De acordo com Ceará (1998), estes solos são pouco profundos ou profundos, ácidos a moderadamente ácidos, com drenagem moderada ou imperfeita e fertilidade natural variável de baixa a alta, sendo, no Estado do Ceará, comumente eutróficos. Por definição, desenvolvem-se apenas nas planícies aluviais, em depósitos recentes de origem fluvial, marinha ou lacustre (Figura 9).

Por encontrarem-se acompanhando a morfologia dos cursos d'água, estes solos possuem alta fertilidade natural e representam um importante potencial para a exploração agropecuária.



FIGURA 9 – Neossolos às Margens do Rio Zumbi - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Neossolos Quartzarênicos Distróficos (Areias Quartzozas Distróficas)

Os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, em conformidade com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (BRASIL,1999) são solos sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, contudo apresentando textura de areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até contato lítico. Estes solos são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

São solos pouco desenvolvidos, profundos a muito profundos, excessivamente drenados com baixo teor de argila, ácidos ou muito ácidos, com baixa saturação de bases, bem como baixa fertilidade natural. Apresentam cores desde o vermelho até o branco, sendo as cores amareladas as mais frequentes e ocorrem mais comumente em áreas de relevo plano a suave ondulado. Por serem

extremamente permeáveis e praticamente sem estrutura, a capacidade de retenção de umidade é muito baixa (CEARÁ, 1998).



FIGURA 10 – Areias Quartzozas Distróficas na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Estes solos, que constituem o campo de dunas móveis e fixas da Zona Estuarina do Rio Zumbi, representados na Figura 10, têm sua utilização agrícola limitada, principalmente pela baixa fertilidade natural, bem como a baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, e pela sua própria textura arenosa.

Neossolos Quartzarênicos Órticos Solódicos (Areias Quartzozas Marinhas)

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (BRASIL,1999), os Neossolos Quartzarênicos Órticos são todos os solos quartzarênicos que não enquadram-se na classe de solos descritos anteriormente. São solos com caráter solódico em um ou mais horizontes ou camadas, dentro de 150 cm da superfície do solo.

As areias quartzozas marinhas ocorrem predominantemente na planície litorânea, constituindo uma faixa estreita que acompanha a linha de costa. Correspondem a solos de baixa fertilidade, profundos e excessivamente drenados, com horizontes A-C. O horizonte A poderá estar ausente nas proximidades da praia, onde a ação dos ventos é mais intensa. Sua utilização agrícola é fortemente limitada (Figura 11).



FIGURA 11 – Areias Quartzozas Marinhas na Praia do Espraiado - Acaraú.
Foto: Oliveira (2010)

Gleissolos Sálicos Sódicos (Solos Indiscriminados de Mangue)

Os Gleissolos Sálicos Sódicos são solos com caráter sódico em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm a partir da superfície (BRASIL,1999). São solos constituídos por material mineral com horizonte A, ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte glei a partir de 50cm da superfície do solo.

De acordo com Ceará (1998), os gleissolos sálicos, antes denominados *Solonchaks*, são solos minerais halomórficos com elevadas concentrações de sais solúveis. Apresentam grande variação em cor, textura e valores dos atributos químicos, sendo geralmente, moderadamente alcalinos. São encontrados comumente nas várzeas, nas proximidades das desembocaduras dos rios, sob a influência de águas marinhas (Figura 12).

Estes solos são oriundos de acumulações flúvio-marinhas e constituem-se de sedimentos argilo-siltosos e arenosos, bem como outros sedimentos em mistura com detritos orgânicos provenientes da decomposição de vegetação e da atividade biológica exercida por crustáceos, mariscos e outras espécies animais da planície flúvio-marinha. Devido aos elevados teores de sais solúveis e ao excesso de água, estes solos são impróprios para o uso agrícola.

A caracterização fitoecológica da Zona Estuarina do Rio Zumbi é feita baseada no Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará (CEARÁ, 1998), onde foram identificadas as seguintes classes de cobertura vegetal: Vegetação Costeira - Pioneira Psamófila (Herbeto Campesiano), Vegetação Costeira - Arbustiva de Dunas (Arboreto Edáfico Marino-arenoso) e Vegetação de Mangue (Arboreto Edáfico Marino-limoso).



FIGURA 12 – Gleissolos Sálcos Sódicos na Praia do Espraído - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Vegetação Costeira - Pioneira Psamófila (Herbeto Campesiano)

Os Neossolos Quartzarênicos são solos estabelecidos em ambientes de pós-praia e campos de dunas possuindo uma baixa fertilidade natural. Processos litorâneos como os efeitos da maresia ocasionando uma elevada salinidade nos solos e no ar, bem como o sal depositado pela ação dos ventos e respingos das ondas do mar, fazem com que a composição florística dessa classe vegetal seja formada por plantas adaptadas a um ambiente salino e com baixa fertilidade edáfica.

A Vegetação Pioneira Psamófila (Figura 13) é formada por espécies gramíneo-herbáceas que ocupam as superfícies de pós-praia e também as encostas e topos de dunas móveis. Esta classe é representada por espécies que se adaptam às condições ambientais, como a falta de consistência física do substrato, um pH ácido, baixos teores de nutrientes e uma elevada salinidade, bem como as ações impostas pelo vento e os efeitos da maresia.

De acordo com Ceará (1998), a ação biológica contribui para os processos de pedogênese das areias quartzozas, a partir da matéria orgânica e nutrientes do solo, o que favorece para que as plantas arbustivas mais exigentes ocupem as superfícies de dunas móveis e as faixas de pós-praia.

Ainda em conformidade com o Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará (CEARÁ, 1998), nas proximidades da praia, onde as condições de salinidade do solo são maiores e a ação da maresia mais intensa, predominam as gramíneas: *Paspalum maritimum*, *Panicum vaginatum*, acompanhadas pelas Ciperáceas: *Bulbostilis* sp., *Cyperus* sp., *Remirea maritima* (pinheirinho-da-praia) e Convolvuláceas: *Ipomoea asarifolia* (salsa), *Ipomoea pes-caprae* (salsa-da-praia) e *Canavalia obtusifolia*.



FIGURA 13 – Vegetação Costeira Pioneira Psamófila na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Já em áreas de pós-praia e de dunas móveis mais distantes do mar, ocorrem outras espécies herbáceas que se distribuem de forma dispersa ou por diferentes associações florísticas. As plantas mais comuns são: *Borreria capitata*, *Euphorbia brasiliensis*, *Heliotropium indicum*, *Phyllanthus lathyroides*, *Richardia grandiflora*, *Sida glomerata*, *S. ciliata*, *Chamaecrista hispidula*, dentre outras.

Esta vegetação natural contribui na formação de *habitats* possibilitando a sobrevivência de insetos e outros animais, onde se destacam os pássaros por possuírem uma maior representação populacional na Zona Estuarina do Rio Zumbi. As espécies de pássaros mais comuns são: *Charadrius collaris* (maçarico da areia), *Charadrius semipaltus* (maçari quinho), *Columbina passerina* (rolinha da praia), *Columbina talpacoti* (rolinha-caldo-de-feijão), *Mimus silvus* e *Vanelus chilensis* (tetéu).

Vegetação Costeira - Arbustiva de Dunas (Arboreto Edáfico Marino-arenoso)

De acordo com (CEARÁ, 1998), o Arboreto Edáfico Marino-arenoso (Figura 14) integra grande parte dos campos de dunas, nas áreas de gerações mais antigas e geralmente mais distantes da linha de costa, possuindo um caráter predominantemente subperenifólio, embora haja algumas espécies caducifólias nos períodos de estiagem. As espécies principais são: *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Manilkara triflora*, *Vatairea macrocarpa* (amargoso), etc.



FIGURA 14 – Vegetação Costeira - Arbustiva de Dunas na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Este tipo de vegetação correspondia ao estágio clímax da cobertura vegetal dos tabuleiros litorâneos e hoje está reduzida a remanescentes, junto às lagoas ou aos espaços úmidos de alguns rios costeiros. Assume um papel ecológico de grande importância na fixação das dunas e abriga um grande número de espécies de animais.

Dentre as espécies que compõem a avifauna, as principais são: *Columbina passerina* (rolinha da praia), *Columbina talpacoti* (rolinha caldo de feijão), *Leptotila verreaux* (juriti), *Sporophila bouvreuil* (caboco lino), *Euphonia chlorotica* (vem-vem), *Turdus leucomela* (sabiá branca) e *Tyrannus melancholicus* (bem-te-vi).

Os mamíferos que se destacam são: *Callitrix jacchus* (soim), o *Didelphis* sp (cassaco), o *Cercomys cunicularius cunicularius* (punaré), a *Cardocyon* sp (raposa) e o *Euphractus* sp (peba).

Vegetação de Mangue (Arboreto Edáfico Marino-limoso)

A vegetação de mangue ocupa a planície flúvio-marinha do Rio Zumbi (Figura 15). Suas espécies estão adaptadas às condições ambientais de elevada salinidade do solo, inundação e encharcamento do terreno, variações de salinidade e temperatura hídrica e edáfica, alta concentração de sulfeto de hidrogênio, bem como a baixos teores de oxigênio para aeração do substrato, além de estarem sujeitas às oscilações diárias das marés (Ceará, 1998).

As espécies de mangue da planície flúvio-marinha são: *Avicennia germinans* (canoé), *A. schaueriana* (canoé), *Conocarpus erecta* (mangue ratinho), *Laguncularia racemosa* (mangue manso) e *Rhizophora mangle* (mangue vermelho).

Este tipo de vegetação tem um papel relevante na produtividade dos ecossistemas litorâneos, pois um grande número de espécies da fauna marinha depende do manguezal. Além disso, este ecossistema atua na estabilização geomorfológica das margens do estuário e da linha de costa e também contribui para a fixação do solo.

A fauna do manguezal é bastante diversificada. Dentre os principais grupos faunísticos destacam-se os moluscos, crustáceos, peixes e aves. As principais espécies de moluscos são: *Anomalocardia brasiliiana* (búzio), *Crassostrea rizophora* (ostra), *Neritina virginea*, *Phacoides pectinatus* (rapacoco) e *Tagelus plebeius* (pixoleta). Entre os crustáceos estão os camarões: *Pennaeus schimittii*, *Macrobrachium acanthurus*, *Palaemon* sp; os siris: *Callinectes affinis*, *C. bocurti*, *C. danae*; os eciciés, *Euritium limosum*, *Panopeus* sp e *Uca* spp; e os caranguejos: *Cardisoma ganhum*, *Goneopsis cruentata* e *Ucides cordata*.



FIGURA 15 – Vegetação de Mangue na Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Já a ictiofauna é composta por peixes como: *Caranx* sp (guaximbora), *Centropomus ensiferus* (camurupim), *Diapterus* sp (camurim), *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Tachysurus* sp (bagre). Dentre as aves destacam-se: *Aramides mangle* (saracura do mangue), *Buforides striatus* (socozinho), *Charadrius* spp (maçarico), *Ceryle torquata* (martim pescador), *Chloroceryle* ssp (martim pescador), *Conirostrum bicolor* (sibite do mangue), *Egretta thula* (garça), *Mivalgo chimachima* (gavião do mangue) e *Rullus nigricans* (saracura preta).

Na planície flúvio-marinha do Rio Zumbi em áreas de manguezais que foram desmatadas, desenvolveu-se o apicum, representado na Figura 16, que é constituído de espécies herbáceas. Dentre as espécies que compõem este ambiente destacam-se: *Batis maritima* (bre-do-mangue), *Iresine portulacoides* (bre-do-da-praia) e *Sesuvium portulacoides* (bre-do). É comum a presença desse estrato herbáceo nas margens das áreas de salinas, onde o mangue foi desmatado (CEARÁ, 1998). O apicum constitui parte da dinâmica do manguezal, sendo considerado integrante deste ecossistema.



FIGURA 16 – Apicum na Planície Flúvio-Marinha do Rio Zumbi - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Os apicuns, atingidos apenas por marés de equinócio, ocupam as partes mais altas dos ambientes flúvio-marinhos. Sua vegetação é frequentemente constituída de gramíneas e carnaubeiras que suportam solo com alto grau de salinidade (CEARÁ, 2005).

De acordo com o Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará (IBAMA, 2005):

Durante a maré alta (sizígia e de tempestades) o apicum e o salgado são inundados e operam como complexos setores de disseminação dos propágulos (sementes) do complexo vegetacional do ecossistema manguezal. É importante salientar que essa função está intimamente relacionada com as de controle dos índices de salinidade e de disponibilidade de nutrientes para o ecossistema.

Os apicuns ainda atuam como unidade onde uma diversificada fauna procura alimento e refúgio. São sazonalmente frequentados por aves migratórias e povoados por várias espécies de caranguejos e moluscos (VICENTE DA SILVA, 1998, AQUASIS, 2003).

Essas áreas, banhadas somente pelas preamares de maiores amplitudes, e sendo grande parte desprovidas de vegetação vascular (vegetais superiores), são

denominadas de planícies hipersalinas ou apicuns. Essa situação, sem espécies arbóreas, empresta aparência de planície (nem sempre caracterizada por hipersalinidade).

Em todo o Estado do Ceará, bem como na Zona Estuarina do Rio Zumbi, as áreas de apicum foram indevidamente utilizadas para a construção de viveiros de carcinicultura, ocasionando danos a estes ambientes. Como o apicum é considerado parte do ecossistema manguezal este também deveria ser considerado Área de Preservação Permanente, de acordo com o Art. 3º, incisos X e XIII da Resolução do CONAMA nº 303/2002 “em manguezal, em toda sua extensão” e “nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias”.

3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ZONA ESTUARINA DO RIO ZUMBI

3.1 Contexto Histórico dos Municípios de Acaraú e Itarema

De acordo com a documentação territorial do Brasil, disponível no acervo *on-line* do IBGE, no longo período da guerra holandesa o interior do Ceará começou a receber população de origem portuguesa. Muitas famílias tiveram de abandonar o litoral para viver nas matas, ocupando-se de plantações, ou no sertão, criando gado. Fundaram-se então as primeiras fazendas de criações no sertão da Bahia, Sergipe, Pernambuco e Paraíba. Daí, os sertanistas foram seguindo até o Alto Jaguaribe. O gado que sitiaram teve um aumento espantoso. Pelo litoral, vieram também outros povoados para o Ceará, sendo quase que exclusivamente de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Desta origem são as famílias que primeiro se estabeleceram na bacia do Acaraú.

Os primeiros habitantes fundadores de Acaraú eram pescadores vindos do Sul. Atraídos pela fartura dos bancos pesqueiros instalaram-se inicialmente no lugar denominado Presídio, transferindo-se mais tarde para local mais seguro, ao fundo do delta formado pelo Rio Acaraú. A esses pescadores vieram juntar-se os criadores de gado que, no fim do século XVII e começo do XVIII, estabeleceram-se com seus gados na ribeira do Acaracu (nome dado a Acaraú quando da sua criação). Pescadores e criadores de gado foram, por conseguinte, os primeiros habitantes de Acaraú.

O primitivo núcleo da Barra do Acaracu servia de ancoradouro a pequenas embarcações, vindo a se chamar Porto dos Barcos de Acaracu. Localizada à margem direita do rio, ficava a povoação encravada na légua de terra adquirida em 23 de dezembro de 1793 por José Monteiro de Melo ao padre Basílio Francisco dos Santos e seus irmãos, capitão Manuel José dos Santos e D. Maria Joaquina, casada com Antônio José Peixoto, todos moradores de Lisboa, Portugal.

O distrito foi criado com a denominação de Acaracu, pela provisão de 12-09-1766, e por lei provincial nº 253, de 19-11-1842. Em 1879, a vila de Acaracu passou a denominar-se Acaraú, que significa Rio das Graças. Foi elevado à condição de cidade pela lei provincial nº 2019, de 16-09-1882. Neste período,

Itarema pertencia ao Município de Acaraú e, somente em 1985, foi desmembrado definitivamente de Acaraú e elevado à categoria de Município.

O topônimo Itarema é uma alusão ao nome dado pelos índios por causa de uma pedra com forma de obelisco em alto mar que só era visível em maré baixa. Este vem do tupi-guarani “ita” (pedra), “rema” (cheiro desagradável) e significa pedra fedorenta. Sua denominação original era Tanque do Meio e, desde 1937, Itarema.

As terras às margens do Rio Aracatiaçu eram habitadas pelos índios Tremembés, antes da chegada dos franceses e portugueses, bem como das missões religiosas portuguesas que tinham como intuito a catequização dos indígenas. Foram destas missões e de remanejamentos dos indígenas que surgiu o município.

Os padres que dirigiam a missão eram da ordem de São Pedro, e com a expulsão dos jesuítas em 1759, por ordens do Marquês do Pombal, uma parte dos Tremembé deslocaram os índios para Soure e poucos anos depois, devido a não adaptação dos índios, retornam à vila. No ano de 1870, uma nova capela foi construída, em homenagem à Nossa Senhora dos Navegantes e, entre 1908/1909, foi reconstruída como Igreja Matriz de Nossa Senhora de Fátima.

3.2 Análise Socioeconômica

Para analisarmos a vulnerabilidade ambiental da área de estudo temos que estudar suas formas de uso e ocupação do solo. Estas formas de uso estão intimamente ligadas à atividades econômicas desenvolvidas pelas comunidades locais, e servem de base para a análise da capacidade de suporte dos sistemas ambientais envolvidos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010 o Estado do Ceará apresentava 8.448.055 habitantes. A população residente no Município de Acaraú seria de 57.542 habitantes e a população do Município de Itarema, de 37.462 habitantes.

A análise socioeconômica da área de estudo foi realizada para que se possa avaliar a economia na região como um todo. Utilizou-se como amostra dados

do ano de 2008 contidos do Anuário Estatístico do Ceará (CEARÁ, 2009), onde foram analisadas informações censitárias sobre as principais atividades econômicas dos municípios de Acaraú e Itarema, sendo estas: atividade pesqueira com a produção de pescado marinho e estuarino, atividade das áreas agrícolas com lavouras permanentes ou temporárias e a atividade pecuária com a criação de rebanhos de gado, caprinos, ovinos, suínos, aves, entre outros.

Produção de pescado marinho e estuarino

Em comunidades litorâneas como as de Acaraú e Itarema, a atividade pesqueira merece destaque, pois é a atividade econômica mais importante. Em 2008, a produção de pescado marinho e estuarino teve grande representatividade na atividade pesqueira.

No ano de 2008, o Estado do Ceará produziu 20.538 toneladas de pescado marinho e estuarino (Tabela 1). O Município de Acaraú destaca-se como segundo maior produtor de pescado do Estado, com o total de 3.130 toneladas e o Município de Itarema como o terceiro maior produtor, com 2.299 toneladas, ficando atrás apenas do Município de Camocim que produziu 5.080 toneladas.

A produção da lagosta destaca-se como a mais importante no ano de 2008, com a produção de 700 toneladas no Município de Acaraú e 619 toneladas no Município de Itarema. Ambos ficaram com o primeiro e segundo lugares, respectivamente, na produção de lagosta do Estado do Ceará.

Produtos das Lavouras Permanentes e Temporárias

Segundo dados do Anuário Estatístico do Ceará (CEARÁ, 2009), no ano de 2008 nos municípios de Acaraú e Itarema destacaram-se a exploração das seguintes culturas: abacaxi, banana, batata doce, cana-de-açúcar, castanha de caju, coco-da-baía, feijão, laranja, mamão, mamona, mandioca, melancia, melão e milho (Tabela 2).

TABELA 1 – Produção do Pescado Marinho e Estuarino em Toneladas, por Principais Espécies (2008)

Espécie (nome vulgar)	Ceará	Acaraú	Itarema
Agulhinha	11	6	0
Albacora	369	97	22
Arabaiana	133	3	10
Ariacó	1.519	402	545
Arraia	798	48	39
Bagre	118	22	8
Beijupira	249	22	22
Biquara	793	121	34
Bonito	224	70	10
Cação	248	59	24
Caicó	2.554	425	67
Camurim	108	28	5
Camurupim	204	11	34
Cangulo	88	27	34
Carapitanga	125	5	1
Cavala	1.666	190	111
Cioba	331	43	17
Dentão	244	12	22
Dourado	259	13	36
Garoupa	179	5	30
Guaiúba	1.794	71	138
Guarajuba	216	21	8
Guaraximbora	59	7	4
Palombeta	243	24	6
Pargo	451	7	65
Pescada	256	66	5
Polvo	163		161
Sardinha	1.744	204	40
Serra	625	139	20
Sirigado	449	18	60
Xaréu	191	8	12
Lagosta	2.801	700	619
Outros	1.235	255	90
Total	20.447	3.130	2.299

Fonte: Adaptado de IPECE (2008)

TABELA 2 – Área Destinada à Colheita, Quantidade Colhida e Valor da Produção dos Principais Produtos as Lavouras (2008)

Ceará e Municípios	Área (ha)		Produção	
	Destinada à colheita/plantada	Colhida	Quantidade (t)	Valor (R\$ mil)
	Abacaxi (2)			
Ceará	1.556	1.556	208	124.662
Acaraú	8	8	208	171
	Banana (cacho) (1)			
Ceará	43.694	43.511	423.016	188.576
Acaraú	130	130	2.432	899
Itarema	82	82	688	129
	Batata-doce (2)			
Ceará	1.566	1.566	13.081	6.444
Acaraú	80	80	498	164
Itarema	92	92	534	192
	Cana-de-açúcar (2)			
Ceará	42.159	42.159	2.270.816	98.400
Itarema	14	14	453	29
	Castanha de caju (1)			
Ceará	386.757	386.757	121.045	109.244
Acaraú	12.455	12.455	4.067	3.504
Itarema	12.070	12.070	4.120	3.580
	Coco-da-baía (1)			
Ceará	42.041	42.040	253.972	80.345
Acaraú	4.804	4.804	20.812	6.966
Itarema	5.308	5.308	20.475	6.553
	Feijão (em grão) (2)			
Ceará	592.716	576.469	252.741	385.378
Acaraú	3.606	3.606	1.435	2.471
Itarema	3.330	3.330	1.139	1.759
	Laranja (1)			
Ceará	1.769	1.769	16.494	6.691
Acaraú	3	3	21	4
Itarema	2	2	30	6
	Mamão (1)			
Ceará	2.141	2.141	99.522	41.740
Acaraú	46	46	2.668	1.067
	Mamona (baga) (2)			
Ceará	24.729	24.050	8.036	6.797
Acaraú	24	-	-	-
Itarema	11	-	-	-
	Mandioca (2)			
Ceará	95.445	95.445	925.317	144.273
Acaraú	2.900	2.900	26.100	3.315
Itarema	3.005	3.005	27.045	3.624
	Melancia (2)			
Ceará	1.473	1.473	56.285	15.128
Acaraú	105	105	4.410	1.036
	Milho (em grão) (2)			
Ceará	694.054	675.480	752.882	374.855
Acaraú	2.958	2.958	1.198	634
Itarema	2.750	2.750	1.141	590

Fonte: Adaptado de IPECE (2008) *apud* IBGE (Produção Agrícola Municipal 2006-2007 e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2008)

(1) Lavoura permanente. (2) Lavoura temporária.

O tipo de cultura mais rentável no ano de 2008 foi a do coco-da-baía, ficando os municípios de Acaraú e Itarema entre os maiores produtores do Estado do Ceará. O Município de Acaraú produziu 20.812 toneladas, o que gerou um valor bruto de R\$ 6.966,00. O Município de Itarema produziu 20.475 toneladas, gerando um valor de R\$ 6.553,00. Em todo o Estado do Ceará foram produzidas 253.972 toneladas e o valor total foi de R\$ 80.345,00.

Já a cultura com maior quantidade produzida foi a da mandioca. No Município de Acaraú foram produzidas 26.100 toneladas de mandioca enquanto no Município de Itarema foram produzidas 27.045 toneladas. Em todo o Estado do Ceará a produção foi de 925.327 toneladas.

Atividade Pecuária

Na pecuária, de acordo com (CEARÁ, 2009) nos municípios de Acaraú e Itarema há a presença de efetivos de bovinos, suínos, equinos, assininos, muares, caprinos e ovinos, em menor quantidade, e galinhas, galos, frangos, frangas e pintos em maior quantidade (Tabela 3).

No ano de 2008, no Município de Acaraú, o rebanho de maior quantidade foi o de suínos, com 8.027 cabeças e no Município de Itarema, o rebanho de maior quantidade foi o de bovinos representados por 6.950 cabeças.

TABELA 3 – Efetivo dos Rebanhos e das Aves - 2008

Efetivo (cabeças)	Ceará	Acaraú	Itarema
Bovinos	2.460.523	6.088	6.950
Suínos	1.152.598	8.027	5.093
Eqüinos	140.035	905	554
Assininos	196.721	792	642
Muares	80.498	380	393
Caprinos	998.787	2.225	1.261
Ovinos	2.030.982	7.991	8.184
Galinhas	7.914.552	32.225	12.068
Galos, frangas, frangos e pintos	16.655.602	54.978	24.388

Fonte: IBGE, in Anuário Estatístico do Ceará – IPECE (2009).

Com relação ao efetivo de aves, no Município de Acaraú a quantidade de galinhas foi de 32.225 indivíduos e no Município de Itarema foi de 12.068. No Estado do Ceará, o total foi de 7.914.552 cabeças. Já a quantidade de galos, frangos, frangas e pintos em Acaraú foi de 54.978 e em Itarema foi de 24.388. O Ceará representou um total de 16.655.602 indivíduos.

Os produtos de origem animal no ano de 2008 dos municípios de Acaraú e Itarema foram: vacas ordenhadas, leite, ovos e mel, discriminados na Tabela 4. O número de vacas ordenhadas foram, no Município de Acaraú 1.078 cabeças e no Município de Itarema 1.061, sendo o total no Estado do Ceará de 516.353.

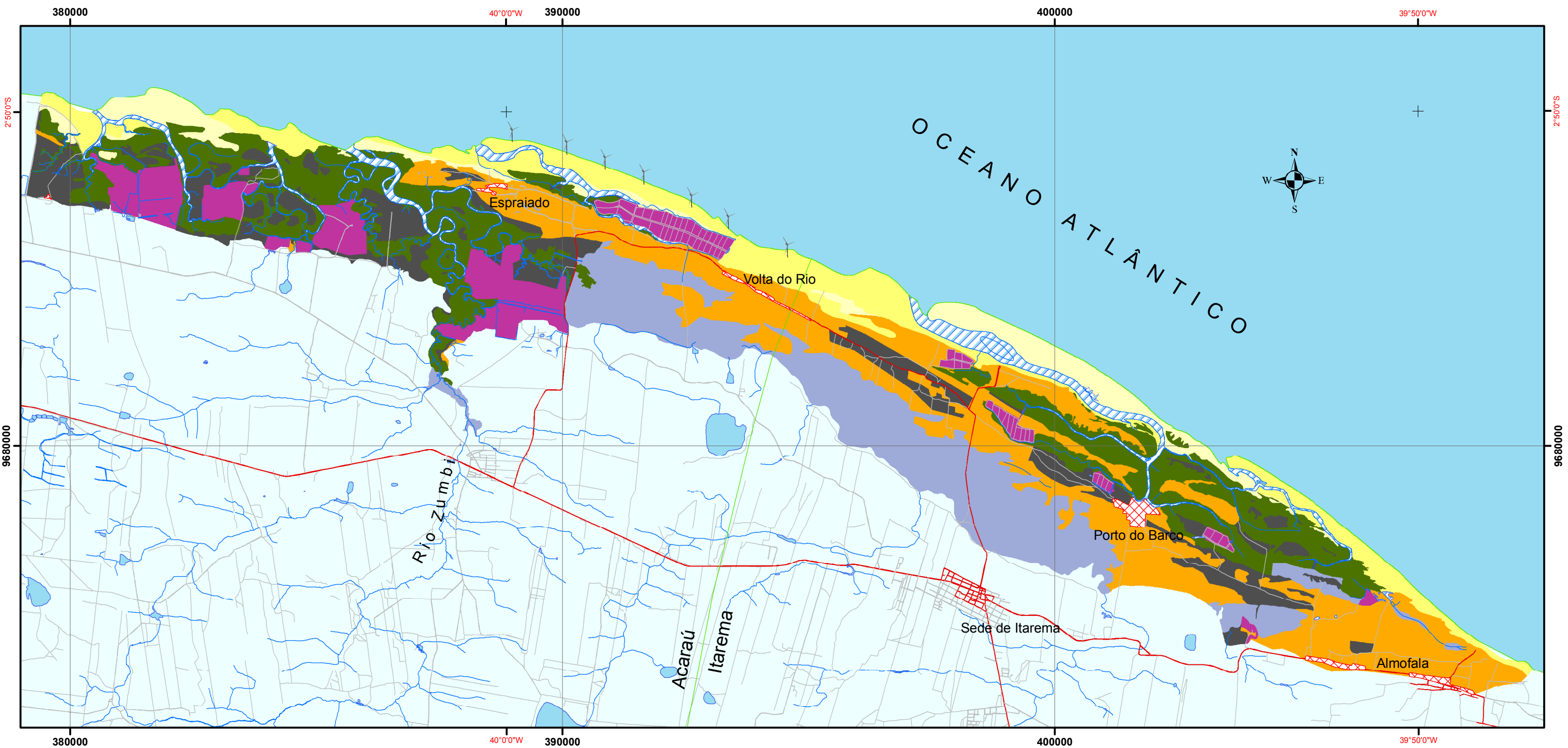
TABELA 4 – Produtos de Origem Animal - 2008

Ceará e Municípios	Produção de leite		Produção de ovos	Produção de mel
	Vacas ordenhadas (cabeças)	Leite produzido (mil litros)	Ovos de galinha (mil dúzias)	Mel de abelha (kg)
Ceará	516.353	425.210	117.923	4.072.702
Acaraú	1.078	923	191	1.644
Itarema	1.061	606	71	545

Fonte: IBGE, *in* Anuário Estatístico do Ceará - IPECE, 2009.

Percebe-se que a principal atividade econômica dos municípios envolvidos na área de estudo é a atividade pesqueira, sendo a lagosta um dos produtos mais rentáveis para a população. Por isso, esta atividade merece destaque no estudo das formas de uso e ocupação do solo e, conseqüentemente, na análise da vulnerabilidade ambiental.

A contextualização do uso e ocupação do solo foi representada no Mapa de Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação do Solo da Zona Estuarina do Rio Zumbi - Ceará (Mapa 2). As principais formas de uso e ocupação do solo ligadas à Zona Estuarina do Rio Zumbi são: áreas residenciais, pesca artesanal, plantação de coqueiros, áreas destinadas à agropecuária (principalmente agricultura de subsistência e pecuária extensiva), carcinicultura e antigas salinas e, a partir de 2009, deu-se a instalação de usinas de energia eólica na região. Foram identificados na área de estudo, locais destinados ao lazer das comunidades locais inseridas na faixa de praia e nos campos de dunas, bem como áreas degradadas, principalmente em áreas de antigas salinas onde hoje há a presença de alagados.



Sistema de Projeção UTM - Universal de Transversa de Mercator
Zona 24M, Datum SAD69 - South America 1969.

0 1 2 4 6 km

Fonte: Levantamento de Campo e Classificação de Foto Aéreas
do Levantamento Aerofotogramétrico do IPECE (CEARÁ, 2008)

Elaboração: Géog. Janaina Melo Oliveira
Responsável Técnico: Geóg. Me. Eder Mileno Silva de Paula



Legenda	
UNIDADE GEOAMBIENTAL	USO E OCUPAÇÃO
PLANÍCIE LITORÂNEA	
Faixa de Praia	Lazer, Produção de Energia Eólica e Turismo
Dunas Móveis	Plantação de Coqueiros e Extrativismo Vegetal
Leito Flúvio-Marinho	Pesca Artesanal/Mariscagem
Planície Flúvio-Marinha Conservada	Estrativismo Vegetal e Pesca Artesanal
Planície Flúvio-Marinha Degradada	Pesca Artesanal
Planície Flúvio-Marinha com Antigas Salinas	Salinas Abandonadas e Pesca Artesanal
Planície Flúvio-Marinha com Carcinicultura	Atividade de Carcinicultura
TABULEIRO PRÉ-LITORÂNEO	
Interflúvios Tabulares	Áreas Residenciais e Atividade Agropecuária

- Convenções Cartográficas**
- Sede Municipal, Vilas e Povoados
 - Vias Pavimentadas
 - Vias Não Pavimentadas
 - Limite Municipal
 - Lagoas e Reservatórios
 - Rios e riachos
 - Aproveitamento de Energia Eólica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ-UECE
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Programa de Pós-graduação em Geografia - PROP GEO
Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC

Vulnerabilidade Ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi - Ceará.

MAPA 2 - UNIDADES GEOAMBIENTAIS E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Áreas residenciais

As áreas residenciais da Zona Estuarina do Rio Zumbi são representadas por comunidades pesqueiras que estão inseridas entre os municípios de Acaraú e Itarema. As principais comunidades localizadas na área de estudo são: Espraiado, Volta do Rio, Porto do Barco e Almofala.

Pesca artesanal

A principal atividade econômica das comunidades é a pesca artesanal. Estima-se que na Zona Costeira do Ceará cerca de 10.000 famílias, o que representa aproximadamente 60.000 pessoas, dependem diretamente ou indiretamente da pesca artesanal.

A atividade de pesca local é feita no manguezal, nas desembocaduras dos rios e riachos no mar e também em águas mais profundas. A atividade é feita em sua maioria de maneira artesanal, sendo comum o emprego de embarcações movidas a remo e à vela, canoas, o uso de tarrafa, linha de mão, além do uso de caçoeira para a captura da lagosta. Estes artefatos de pesca, os tipos de embarcações utilizadas e a forma de armazenamento do pescado são fatores determinantes que confirmam a prática da pesca artesanal no litoral (Figuras 17 e 18).

A produtividade marinha está associada diretamente ao ecossistema manguezal, onde ocorre primordialmente a reprodução de diversas espécies, além do grande aporte e ciclagem de nutrientes. A pesca artesanal no ecossistema manguezal da planície flúvio-marinha da área de estudo é feita através da captura de siris, caranguejos, ostras, búzios e sururus, tanto para o comércio quanto para a subsistência. Esta atividade tradicional é conhecida como mariscagem e possui efetiva participação das mulheres das comunidades.



FIGURA 17 – Canoas Utilizadas para a Pesca Artesanal
Foto: Oliveira (2010)



FIGURA 18 – Redes Utilizadas para a Captura de Peixes
Foto: Oliveira (2010)

A pesca nas desembocaduras dos rios e riachos locais é realizada principalmente através de armadilhas denominadas de currais de pesca, modalidade

tradicional muito comum no litoral oeste do Ceará. De janeiro a julho, diariamente os pescadores vão em suas canoas até essas armadilhas, localizadas próximas à praia.

A pesca artesanal no mar é realizada em pequenas embarcações, algumas movidas a motor que conseguem chegar a águas mais profundas e outras movidas a remo e à vela. São utilizados artefatos como redes de pesca para a captura de peixes e caçoeiras para a captura da lagosta. A lagosta é um dos principais produtos pesqueiros devido ao seu alto valor comercial. Alguns pescadores ainda hoje utilizam, embora em menores proporções, meios de captura bastante predatórios como é o caso da rede de caçoeira, que foi proibida pelos órgãos fiscalizadores, por ser extremamente devastadora, já que ela captura também as lagostas miúdas e em período de reprodução, e toda a fauna demersal.

Atualmente, só é permitida a captura dessa espécie de maneira racional por meio de uma armadilha chamada manzuá, representada na Figura 19, que é uma espécie de gaiola fabricada com o objetivo de selecionar o tamanho da lagosta capturada (raramente atrai as lagostas ovadas, já que estas costumam ficar em águas mais distantes do que as frequentadas por estas embarcações). Esta armadilha é pouco utilizada pelos pescadores artesanais por ter um custo maior e por capturar quantidades menores deste tipo de pescado.

Plantação de coqueiros

A plantação de coqueiros é nitidamente percebida em todo o litoral dos municípios de Acaraú e Itarema. O coco-da-baía é um dos principais produtos agrícolas da região. No ano de 2008, segundo dados do Anuário Estatístico do Ceará (CEARÁ, 2009) foi a cultura permanente mais rentável para os municípios citados.

Na Zona Estuarina do Rio Zumbi, os coqueirais são responsáveis pela grande beleza paisagística da região e estão localizados principalmente nos terraços marinhos, que são planícies construídas por ações marinhas (Figura 20).



FIGURA 19 – Manzuá para a Captura da Lagosta na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)



FIGURA 20 – Plantação de Coqueiros na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Áreas destinadas à agropecuária

Além da plantação de coqueiros, existem outros tipos de culturas temporárias e permanentes na região. A criação de animais também é outra forma de uso e ocupação da área de estudo. Na Zona Estuarina do Rio Zumbi, a maior parte das culturas é de subsistência e o que predomina na criação de animais é a pecuária extensiva. Essas áreas destinadas à agropecuária situam-se nos Interflúvios Tabulares Arenosos e são mais afastadas do mar.

Dentre as principais culturas de subsistência com excedente de produção estão o feijão, a mandioca e o milho. Outros produtos de cultura temporária de menor expressão são batata-doce e cana-de-açúcar. Da cultura permanente, além da plantação de coqueiros, outro principal produto agrícola é a castanha-de-caju.

A pecuária extensiva é outra atividade agropecuária da área de estudo. A criação de bovinos é a mais expressiva (Figura 21). Também existem efetivos de equinos, asininos, muares, suínos e caprinos. A avicultura também é destaque no setor da pecuária com seus efetivos de ovinos, galos, galinhas, frangos e pintos.



FIGURA 21 – Pecuária Extensiva na Comunidade do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Antigas salinas

Em grande parte da Zona Estuarina do Rio Zumbi encontram-se áreas degradadas, principalmente onde existem as antigas salinas. Algumas dessas áreas têm sua vegetação de mangue restabelecida naturalmente. Vale ressaltar que áreas de antigas salinas que poderiam estar em estágio de regeneração foram utilizadas para a construção de viveiros de carcinicultura (Figuras 24 e 25).

Segundo Meireles (2005), estudos evolutivos da cobertura vegetal em salinas abandonadas demonstraram alta capacidade de regeneração por vegetação de mangue. Verificou-se que bastou ser restabelecida a entrada das marés (rompimento dos diques abandonados), desencadeando as trocas de matéria e energia, a ciclagem de nutrientes e mudanças nos valores de salinidade da cobertura sedimentar, para o início da revegetação e a entrada da fauna.

3.2.1 Carcinicultura

A atividade de carcinicultura (criação de camarão em cativeiro) deu seus primeiros passos no Brasil no início da década de 1970, no Rio Grande do Norte, mas apenas entre os anos 1996/1997, com a introdução de uma espécie de camarão do Pacífico, o *Litopenaeus vannamei* (Figura 22), é que um crescimento mais intenso ocorreu, principalmente no início dos anos 2000.

De acordo com o documento que apresenta o diagnóstico da atividade de carcinicultura no Estado do Ceará (IBAMA, 2005), o crescimento da carcinicultura no Brasil e, particularmente no Ceará, deu-se nos moldes do que já havia ocorrido nos países do sudeste asiático, sem ordenamento adequado, sem regulamentação, com forte incentivo governamental e geração de impactos ambientais e sociais graves. Pouco se olhou para o passado da atividade, e as experiências nos países asiáticos, muitas delas catastróficas, não foram suficientes para que o Brasil tomasse um rumo diferente, numa política para o presente, em detrimento do futuro.



FIGURA 22 – Antiga Salina em Acaraú no Ano de 1988
Foto: Oliveira (2010), modificada de fotografia aérea do IDACE (1988)



FIGURA 23 – Área da Antiga Salina Utilizada para Carcinicultura, com Parte do Mangue Degradado no Ano de 2008
Foto: Oliveira (2010), modificada de fotografia aérea do IPECE (2008)



FIGURA 24 – *Litopenaeus vannamei*-Camarão produzido em cativeiro
Fonte: IBAMA (2005)

No Brasil, os principais estados produtores de camarão foram o Ceará e o Rio Grande do Norte, que chegaram a ocupar um dos primeiros lugares na produção mundial de camarão em cativeiro. No Estado do Ceará, a partir de 2001, verificou-se um salto na produção de mais de 2.000%, ocupando o segundo lugar na produção nacional, sendo o Rio Grande do Norte o maior produtor.

Segundo o Diagnóstico da Carcinicultura no Ceará (IBAMA, 2005):

As práticas predatórias, principalmente as relacionadas com uma elevada produtividade por hectare, utilização do ecossistema manguezal e conflitos com as comunidades tradicionais, e adotadas em grande parte dos empreendimentos, podem ter resultados desastrosos, decorrentes dos impactos ambientais e sociais gerados pela atividade, que já foram amplamente estudados em outros países. Os danos ambientais também foram relacionados com a diminuição da produtividade pesqueira; soltura involuntária de espécies exóticas e competição com espécies nativas; disseminação de doenças; lançamento de efluentes sem prévio tratamento nos corpos hídricos; salinização do solo e do lençol freático; entre outros.

A atividade de carcinicultura desenvolveu-se no litoral do Ceará intensamente a partir da década de 1990 com a instalação de viveiros às margens dos principais rios, ocupando áreas de antigas salinas, manguezais e apicuns. Essa atividade trouxe alguns benefícios econômicos com a criação de camarão, mas por estar inserida em áreas adjacentes ao ecossistema manguezal provocou impactos negativos.

De acordo com Senarath e Visvanathan (2001), a carcinicultura de fato gera muitos impactos ambientais, cuja extensão e magnitude variam com condições que incluem geografia, destruição de *habitats* naturais, método de cultivo, capacidade de assimilação dos ambientes naturais, consumo de água, geração e

tratamento de efluentes; tipos de substâncias químicas utilizadas como alimento ou medicamento e condições geológicas e hidrológicas.

Na Zona Estuarina do Rio Zumbi, a atividade de carcinicultura ocupa áreas que *a priori* deveriam ser de preservação permanente. Existem três grandes empreendimentos na área: a empresa AS Marine Aquicultura, a Fazenda Papagaio Carcinicultura e Agroindústria, e a empresa Biotek Marine Aquicultura, dentre outras de menores proporções. O mapa de uso e ocupação nos permite visualizar que a maioria dos empreendimentos estão instalados em áreas de manguezal, apicum e áreas de antigas salinas, e, até na própria faixa de praia, como podemos ver na Figura 25.

A atividade de carcinicultura na região trouxe poucos benefícios locais como a geração de empregos que ocorreu somente na época da implantação das fazendas de camarão. Em contrapartida, os impactos negativos poderão ser percebidos tanto no meio físico quanto no social. Grande parte dos impactos está relacionada ao desmatamento do manguezal para a construção das fazendas, gerando diminuição da biodiversidade, o que ocasiona, por sua vez, risco para a sobrevivência das comunidades tradicionais.



FIGURA 25 – Fazenda de Carcinicultura Biotek Marine - Praia da Volta do Rio - Acaraú
Foto: Oliveira (2010), modificada de fotografia aérea do IPECE (2008)

Segundo Paez-Ozuma (2001), a destruição do manguezal é o impacto de maior interesse na construção de viveiros, principalmente devido aos serviços ambientais prestados por este ecossistema. Trata-se de um dos ambientes tropicais mais ameaçados do mundo, que perdeu, nas últimas duas décadas, pelo menos 35% da sua área, perdas superiores a de outros ambientes ameaçados como as florestas tropicais e os recifes de corais (VALIELA, 2001).

A utilização das áreas de apicum através das fazendas de camarão também pode levar à perda de parcelas significativas do ecossistema manguezal, já que são considerados os principais locais propícios para implantação de viveiros no Nordeste (ABCC, 2004) e a legislação estadual no Ceará permite sua utilização, mesmo que estes sejam parte integrante do ecossistema manguezal.

A carcinicultura também promove a contaminação dos corpos hídricos com matéria orgânica proveniente da água da despesca dos viveiros de camarão. Esse tipo de poluição causa a diminuição do oxigênio dissolvido na água e aumento da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na água e nos sedimentos (VASCONCELOS *et al.*, 1995). Em consequência, ocorre um empobrecimento em toda a cadeia biológica do manguezal. Ocorreu também a salinização dos aquíferos, a impermeabilização do solo, a extinção de setores de apicum, bem como os de mariscagem, setores estes utilizados pelas comunidades para o desenvolvimento de atividades cotidianas como a captura de caranguejos.

3.2.2 Produção de Energia Eólica

Devido ao grande potencial eólico do Estado do Ceará, e recentemente entre os municípios de Acaraú e Itarema, está sendo cada vez mais utilizada uma nova forma de gerar energia, a energia eólica, que utiliza a força dos ventos como fonte e é considerada mais limpa por não promover a emissão de efluentes para o meio ambiente.

De acordo com Meireles (2008), embora ainda haja divergências entre especialistas e instituições na estimativa do potencial eólico brasileiro, vários estudos indicam valores extremamente consideráveis. Até poucos anos, as

estimativas eram da ordem de 20.000 MW. Hoje, a maioria dos estudos indica valores maiores que 60.000 MW. A razão dessas divergências decorre principalmente da falta de informações (dados de superfície) e das diferentes metodologias empregadas. De qualquer forma, os diversos levantamentos e estudos realizados e em andamento (locais, regionais e nacionais) têm dado suporte e motivado a exploração comercial da energia eólica no País.

No Estado do Ceará, a condição topográfica amplamente definida para a instalação das usinas eólicas foi a planície litorânea. Como componente desta unidade geoambiental, as dunas estão sendo licenciadas (através de Relatórios Ambientais Simplificados – RAS) para a instalação e operação dos aerogeradores e demais equipamentos de manutenção e monitoramento (MEIRELES, 2008).

Os impactos negativos projetados para as áreas de influência direta das centrais eólicas deverão ser utilizados para redirecionar o licenciamento destas usinas para setores não ocupados por dunas móveis e fixas e, conseqüentemente, lagoas interdunares, ecossistema manguezal e sistema fluviolacustre. Esta sequência de danos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APP's) demonstrou a fragilidade dos instrumentos de licenciamento (MEIRELES, 2009).

Um dos parques de energia eólica está localizado na área de estudo desse trabalho. Trata-se da Central Eólica Volta do Rio S/A, representada na Figura 26. Nesta central eólica foram instalados 28 aerogeradores, iniciando na Praia do Farol, que é limite entre os municípios de Acaraú e Itarema, estendendo-se até a Praia do Espraiado, estando a subestação de energia localizada na praia da Volta do Rio.

Este tipo de empreendimento traz além do discurso da energia limpa, o discurso da geração de empregos, mas esta se dá somente na época de implantação e nem sempre utiliza mão-de-obra dos moradores das comunidades locais. Dessa forma, a energia eólica tem sido alvo de muitos conflitos entre as comunidades tradicionais e os grandes empreendedores.

Moradores da comunidade da Volta do Rio relatam alguns problemas ocorridos depois da implantação do Parque Eólico no local. Um deles foi a diminuição do acesso aos locais onde praticam a mariscagem e a pesca artesanal.

Outro problema apontado foi a diminuição da beleza cênica da Praia da Volta do Rio, pois lá foram colocadas rochas na praia para impedir que o mar avance sobre os aerogeradores. Outro fator de conflito é o incômodo quanto ao barulho dos aerogeradores que se localizam muito próximos às residências.



FIGURA 26 – Aerogeradores na Praia da Volta do Rio - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Na praia do Espraiado em Acaraú também estão ocorrendo conflitos, pois os mesmos empreendedores da Central Eólica da Volta do Rio pretendem instalar uma central eólica nesta comunidade. A central eólica tem pretensão de ser construída em uma área de 126 hectares através da operação de 20 aerogeradores. Este empreendimento tem o nome de Central Eólica Garças e já possui licenciamento pelo órgão ambiental competente, no caso a Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE).

Estima-se que na comunidade do Espraiado residam cerca de duzentas famílias, em torno de 2.000 habitantes. Segundo moradores da comunidade, a implantação desta central eólica ocasionará danos (estes já percebidos na comunidade da Volta do Rio) devido à abertura de canais e estradas e o

desmatamento do mangue, o que ameaça não só os manguezais, mas também a sobrevivência das famílias que dependem quase exclusivamente da pesca.

Com os aerogeradores existentes na praia do Espraiado, oriundos da central Eólica Volta do Rio, já se pode perceber impactos como o fato do mar estar avançando, chegando cada vez mais próximo das “pesqueiras” (abrigos utilizados pelos pescadores para armazenagem dos artefatos de pesca) que ficam à beira do mar. Isso se deu devido a estrutura introduzida no mar (molhe) que foi construída para a fixação dos aerogeradores, o que provavelmente acarretou na mudança de toda a dinâmica costeira (Figura 27).



FIGURA 27 – Molhe Construído para a Fixação de Aerogeradores na Praia do Espraiado - Acaraú
Foto: Oliveira (2010)

Os moradores da comunidade estão apreensivos com a situação e dizem estar sendo coagidos para que aceitem acordos com a empresa. Mesmo que o órgão ambiental tenha aprovado o Estudo de Impacto Ambiental realizado para o empreendimento e já tenha concedido as devidas licenças, os moradores dizem estar dispostos a tudo para não deixarem que as obras se iniciem. Para tanto, entraram com uma ação civil pública na comarca do Ministério Público de Acaraú, a fim de reverterem a situação por meios legais.

4 CONDIÇÕES DE VULNERABILIDADE E CAPACIDADE DE SUPORTE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

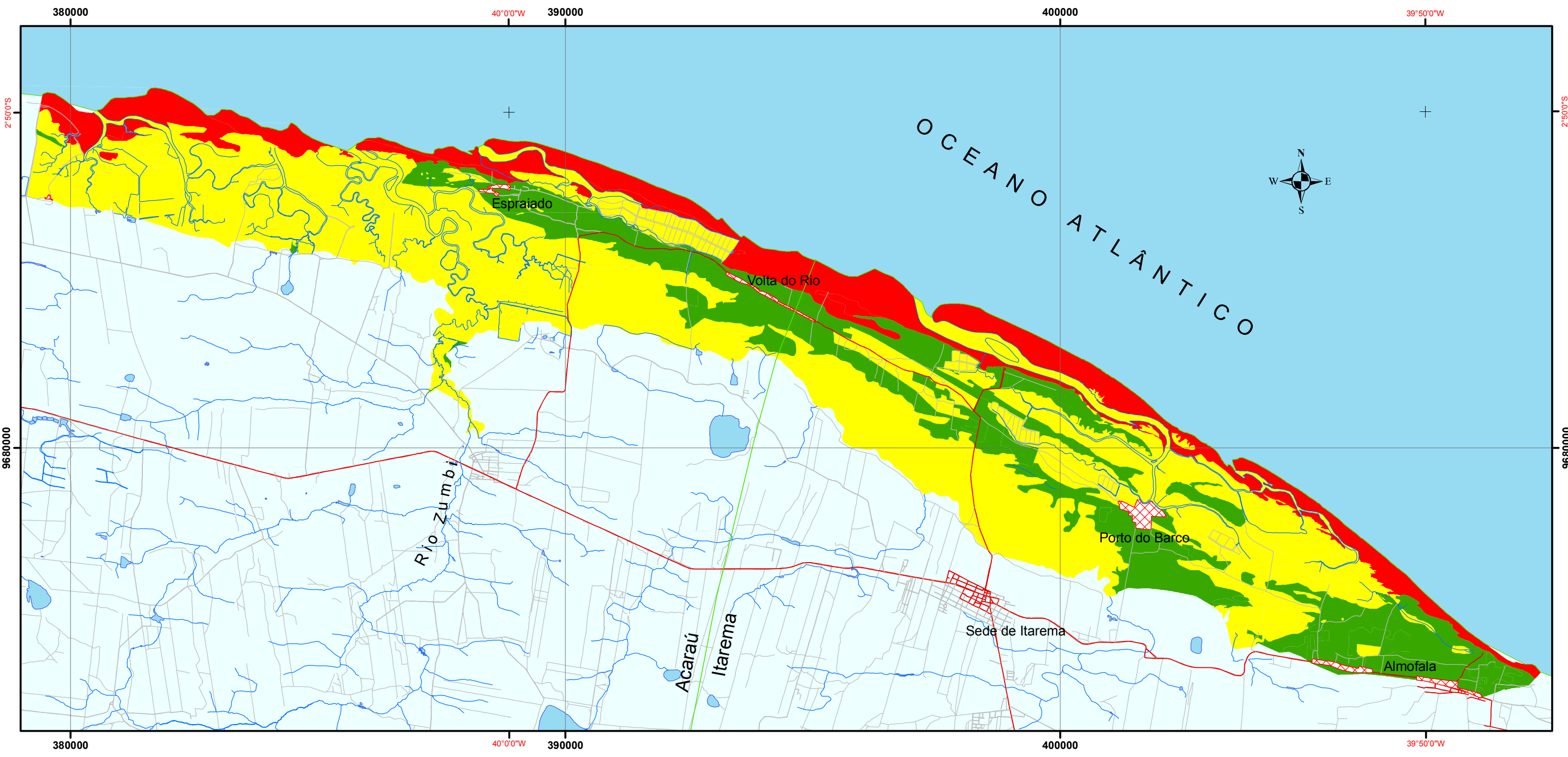
A área de estudo abrange a Zona Estuarina do Rio Zumbi, na qual foram identificados os seguintes geossistemas: Planície Litorânea e Tabuleiros Pré-Litorâneos. Na planície litorânea existem os geofácies: Faixa de Praia/Pós-Praia, Campos de Dunas e Planície Flúvio-marinha, e nos tabuleiros pré-litorâneos há o geofácie Interflúvio Tabular Arenoso, os quais podem ser observados no mapa de Unidades Geoambientais e Uso e Ocupação do Solo (Mapa 2). Neste mapa foram identificados sete tipos de uso: áreas residenciais, pesca artesanal, antigas salinas, carcinicultura, plantio de coqueiros, áreas destinadas à agropecuária e energia eólica.

Após a análise integrada dos componentes ambientais: geomorfologia, geologia, clima, solos, cobertura vegetal e uso da terra com as características dos sistemas ambientais: faixa de praia, campos de dunas, planície flúvio-marinha e Interflúvios Tabulares Arenosos, foi possível gerar critérios para a definição da vulnerabilidade ambiental, que permitiu a elaboração do mapa de Vulnerabilidade Ambiental da Zona Estuarina do Rio Zumbi (Mapa 3).

Os sistemas ambientais analisados na pesquisa foram, em grande parte, caracterizados em seus estados dinâmicos como moderados a fortemente instáveis. Somente em áreas de Interflúvios Tabulares Arenosos, onde se dá a atividade agropecuária na região, os ambientes foram considerados de baixa vulnerabilidade. Os estados dinâmicos foram baseados na análise de ecodinâmica da paisagem de Tricart. Constatou-se que a área da Zona Estuarina do Rio Zumbi possui, em sua maioria, moderada a alta vulnerabilidade ambiental e deve ter alternativas de uso disciplinadas. Tanto a faixa de praia, como os campos de dunas e a planície flúvio-marinha têm sua utilização agrícola limitada, sendo áreas muito susceptíveis a impactos ambientais.

No Quadro 1 foram caracterizados os componentes da paisagem e indicados os estados dinâmicos de cada geofácie da Zona Estuarina do Rio Zumbi.

A partir da definição da vulnerabilidade ambiental foram feitas proposições de alternativas de uso compatível com os sistemas ambientais, que foram representadas no Quadro 2.



Sistema de Projeção UTM - Universal de Transversa de Mercator
Zona 24M, Datum SAD69 - South America 1969.

Fonte: Levantamento Aerofotogramétrico do IPECE (CEARÁ, 2008)

Elaboração: Géog. Janaina Melo Oliveira
Responsável Técnico: Géog. Me. Eder Mileno Silva de Paula



Legenda	
ECODINÂMICA	NÍVEL DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Ambiente Instável	Vulnerabilidade Alta
Ambiente Intergrade a Instável	Vulnerabilidade de Moderada a Alta
Ambiente Estável	Vulnerabilidade Baixa

Convenções Cartográficas

- Sede Municipal, Vilas e Povoados
- Vias Pavimentadas
- Vias Não Pavimentadas
- Limite Municipal
- Lagoas e Reservatórios
- Rios e riachos

Localização da Área de Estudo



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ-UECE
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Programa de Pós-graduação em Geografia - PROPGeo
Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC

**Vulnerabilidade Ambiental da Zona Estuarina
do Rio Zumbi - Ceará.**

MAPA 3 - VULNERABILIDADE AMBIENTAL

QUADRO 1 – Características, Dinâmica e Ecodinâmica dos Sistemas Ambientais da Zona Estuarina do Rio Zumbi-CE

Geossistema	Geofácia	Características dos Componentes da Paisagem	Ecodinâmica da Paisagem
Planície Litorânea	Faixa de praia/Pós-praia	É formada por sedimentos arenosos ou rochosos, restos de conchas e cascalhos que foram transportados pelas ondas e correntes marinhas. Sazonalmente, ocorrem modificações em suas feições em consequência dos processos de deposição de sedimentos arenosos causados mais intensamente na preamar e dos processos erosivos na baixa maré. As areias quartzozas marinhas que ocorrem predominantemente na Zona Estuarina constituem uma faixa estreita que acompanha a linha de costa. Correspondem a solos de baixa fertilidade, profundos e excessivamente drenados, com horizontes A-C. O horizonte A poderá estar ausente, nas proximidades da praia, quando a ação dos ventos é mais intensa. Sua utilização agrícola é fortemente limitada.	Ambiente Instável
	Campo de Dunas	São litologicamente constituídas de areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscas e arredondados e, eventualmente, exibindo uma maior compactação. Possuem alto potencial hidrogeológico, porém, com grande susceptibilidade à poluição. Seus solos do tipo Neossolos quartzarênicos possuem drenagem excessiva, baixa a muito baixa fertilidade natural, saturação de bases inferior a 30% no horizonte C e reação do solo fortemente ácida sendo, assim, considerados inaptos para a atividade agrícola. O campo de dunas móveis e fixas da Zona Estuarina do Rio Zumbi tem sua utilização agrícola limitada, principalmente pela baixa fertilidade natural.	Ambiente Intergrade a Instável
	Planície Flúvio-Marinha	São litologicamente representadas por areias, cascalhos, siltes e argilas, com matéria orgânica, compreendendo os sedimentos fluviais e estuarinos recentes. É originada por processos combinados de agentes fluviais e marinhos. Os <i>Gleissolos Sálcos Sódicos</i> que a compõem, são continuamente afetados pela preamar e foram formados em virtude de acumulações flúvio-marinhas, constituídos por sedimentos argilo-siltosos e até arenosos, e outros em mistura com detritos orgânicos oriundos da decomposição da vegetação e da atividade biológica. A vegetação de mangue (Arboreto Edáfico Marino-limoso) possui espécies adaptadas à elevada salinidade do solo, inundação e encharcamento do terreno, variações de salinidade e de temperatura hídrica e edáfica, alta concentração de H ₂ S (sulfeto de hidrogênio), baixos teores de oxigênio para aeração no substrato, além de estarem sujeitas às oscilações diárias das marés. A dificuldade de manejo, os elevados teores de sais solúveis e excesso de água tornam a geofácia limitada para o uso agrícola.	Ambiente Intergrade a Instável
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Interflúvios Tabulares Arenosos	Superfície predominantemente plana, com caimento topográfico suave para o litoral, com interflúvios tabulares, fraco entalhamento da drenagem e Neossolos (quartzarênicos) revestidos por vegetação de tabuleiro, modificados por intervenções antrópicas. É onde ocorre a maior ocupação demográfica, o uso da terra para plantação de culturas, construção de estradas. Por serem áreas altamente utilizadas requerem planejamento de conservação e preservação dos recursos naturais existentes nestas áreas.	Ambiente Estável

Fonte: SOUZA (1990, 1998 e 2000); OLIVEIRA(2010).

QUADRO 2 – Vulnerabilidade Ambiental e Proposição de Uso Compatível dos Sistemas Ambientais da Zona Estuarina do Rio Zumbi-CE

Geossistema	Geofácie	Vulnerabilidade	Alternativas de Uso
Planície Litorânea	Faixa de Praia/Pós-Praia	Alta	• Implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas. • Uso da praia para banhistas e pescadores. • Acoradouro de barcos de pesca. • Área de lazer.
	Campo de Dunas	Moderada a Alta	• Implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas. • Atividades controladas de ecoturismo, inclusive implantação de trilhas ecológicas. • Extrativismo animal e vegetal controlados. • Poços ou cacimbas para abastecimento de água de uso humano ou dessedentação de animais.
	Planície Flúvio-Marinha	Moderada a Alta	• Implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas. • Pesca artesanal controlada. • Aquicultura controlada. • Atividades controladas de ecoturismo, inclusive implantação de trilhas ecológicas. • Extrativismo animal e vegetal controlados.
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Interflúvios Tabulares Arenosos	Baixa	• Pesquisa científica • Atividades controladas de ecoturismo, inclusive implantação de trilhas ecológicas. • Implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas.

Fonte: SOUZA (1990, 1998 e 2000); CEARÁ (2005); OLIVEIRA (2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos como os de Vulnerabilidade Ambiental, bem como o conhecimento de uso e ocupação do solo são imprescindíveis para o ordenamento territorial, pois consideram a convivência harmoniosa do homem com a natureza, visando a sustentabilidade ambiental.

A partir da análise holística e sistêmica dos componentes da paisagem da Zona Estuarina do Rio Zumbi, pôde-se delimitar os sistemas ambientais, destacando sua dinâmica e vulnerabilidade ambiental, possibilitando proposições de alternativas de uso desses sistemas. Nestes ambientes é onde existe maior preocupação por parte do uso e ocupação do solo, não só pelo interesse como área que tende a ser intensamente ocupada, mas também pela sua instabilidade e fragilidade do meio em que os agentes modeladores atuam com intensidade.

O desmatamento do manguezal é um dos pontos mais críticos analisados na pesquisa, pois há a degradação e descaracterização da paisagem e da dinâmica desse ecossistema. A pressão antrópica está invadindo áreas de manguezais, desmatando-os e utilizando-os de forma inadequada. A implantação de grandes empreendimentos como os de carcinicultura e de energia eólica, estão contribuindo com os impactos nesses ambientes.

A má utilização dessas áreas degrada suas características, tornando-as ambientalmente vulneráveis. O tipo de uso destes sistemas ambientais deve ser disciplinado, utilizando os recursos naturais sustentavelmente.

Na Zona Estuarina, grande parte das unidades ambientais está protegida por lei, como Área de Preservação Permanente (APP), tais como as praias e as feições nela encontradas, as dunas fixas e parte das dunas móveis, bem como os manguezais e recursos hídricos de seu entorno. A aplicação da legislação ambiental como forma de minimizar as ações contra o meio ambiente e efetivação da Política Nacional do Meio Ambiental (PNMA), estabelecida na Constituição Federal de 1988, e regulamentações posteriores, seria uma forma de contribuir com a sustentabilidade da área de estudo.

A Constituição Brasileira de 1998, em seu artigo 225 assegura que "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

Em seus diversos parágrafos, a Lei estabelece como esse direito deve ser preservado, bem como, prevê regulamentações complementares para a perfeita obediência a esse artigo. A legislação traça planos de como pode ser tratado o meio ambiente de forma equilibrada e sustentável, prevendo punições ao uso indiscriminado e sem um padrão de sustentabilidade.

A disponibilização de informações sobre a área de estudo, no que diz respeito ao seu uso e ocupação e o conhecimento dos processos dinâmicos que modelam a paisagem local, certamente servirão de subsídio para direcionar ações de conservação no uso dos recursos naturais, possibilitando assim a implantação de um desenvolvimento sustentável. Deve-se também exigir o cumprimento da legislação ambiental, pois assim, teremos cumpridos direitos que já são previstos legalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Projeto executivo para apoio político ao desenvolvimento do camarão marinho cultivado**. Recife. 2004.

Disponível em [http://www.mcraquacultura.com.br/arquivos/Projeto Executivo Apoio Político Camarão Marinho Marco 04. pdf](http://www.mcraquacultura.com.br/arquivos/Projeto_Executivo_Apoio_Politico_Camarão_Marinho_Marco_04.pdf). Consulta em 11/02/2011.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, 3ª ed., Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001.

AQUASIS - Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. A Zona Costeira do Ceará: **Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Coordenadores Alberto Alves Campos... [et al.]. Fortaleza: AQUASIS, 2003. 248p. + 45 lâminas.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas** (Trad. Francisco M. Guimarães), 1973.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global** - Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra. n º 13, IGEOG-USP, São Paulo, 1969.

BIGARELLA, J.J. **Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná**. Boletim Geográfico, 1947.

BRASIL. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 1999.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro** e dá outras providências – PNGC I.

_____ Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências – PNMA.

_____ Resolução 005, de 03 de dezembro de 1997. Aprova o **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II** (PNGC II).

CEARÁ, Governo do Estado; Secretaria de Desenvolvimento Urbano-SDU. **Diagnóstico e macrozoneamento ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, 1998. 3v.

_____ Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará: **Mapeamento das Unidades geoambientais da Zona Costeira do Estado do Ceará**. Fortaleza, 2005.

_____ Dados de Pluviosidade, série 1984-2000. SUDENE/FUNCEME, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física**. In. Revista Brasileira de Geografia/ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- ano 1, n. 1 (1990, jan/mar). Rio de Janeiro: IBGE, 1939 - Trimestral.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 303/2002. **Define as Áreas de Preservação Permanente (APP)**. MMA/CONAMA, Brasília/DF, 2002.

FINKL, C.W., 2004. **Coastal Classification: Systematic Approaches to considerer in the development of a Comprehensive Scheme**. *Journal or Coastal Research*, 20(1), 166-213.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará**, relatório final. Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO), Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental (DILIQ) e Gerência Executiva do Ceará (GEREX-CE). Vol. I (textos), 2005, 177p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 95 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7, 2ª ed.).

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/ceara/acarau.pdf>. Acesso em 12 de agosto de 2009.

IMPSA/AMBIENTAL. **Estudo de Impacto Ambiental- EIA- UEE Central Eólica Garças - Espraiado/ Ceará**. Ambiental, 2010.

IPECE, **Anuário Estatístico do Ceará 2009**. Disponível em <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2009/index.htm>. Acesso em 02 de agosto de 2010.

_____. **Anuário Estatístico do Ceará 2010**. Disponível em <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2010/index.htm>. Acesso em 15 de fevereiro de 2011.

MAY, P. (Coord.); Grasso, M.; Coly, J. S.; Veiga, F.; Gonçalves, J. Volfzon, L.C.B.; Paraguassú, L. Silva, A.A.; Gonçalves, C.S.; Fonseca, S.M.; Nunes, S.M.S.; Feichas, S.A.Q. e Vidal Silva, V. **Considerações sócio-ambientais para subsidiar a valoração dos danos do derramamento de petróleo em manguezais do Rio de Janeiro, Brasil.** CPDA/UFRRJ, 2002, 77p.

MEIRELES, A.J.A.; SILVA, E.V.; RAVENTOS, J.S., **Geomorfologia e Dinâmica Ambiental da Zona Estuarina entre as Desembocaduras dos Rios Pacotí e Ceará**, Revista Geo Notas, Volume 5, número 1, Maringá, 2001.

MEIRELES, A.J.A. ; VICENTE DA SILVA, E. **Diagnóstico e impactos ambientais associados ao ecossistema manguezal do Rio Acaraú/CE, nas proximidades da comunidade de Curral Velho de Cima.** Parecer Técnico, Procuradoria da República no Estado do Ceará, Ministério Público Federal, 2003, 32p.

MEIRELES, A.J.A. **Impactos ambientais em áreas de preservação permanente (APP's) promovidos no campo de dunas da Taíba pela usina eólica Taíba Albatroz – Bons Ventos Geradora de Energia S/A.** Parecer técnico elaborado para o Ministério Público Federal no Ceará (MPF/CE), 2008, 49p.

_____ **Diagnóstico ambiental e alternativas locacionais para as usinas eólicas** [CGE RM Cangalha e CGE RM Boqueirão] projetadas em áreas de preservação permanente na planície costeira de Camocim/CE. Parecer técnico elaborado para o Ministério Público Federal no Ceará (MPF/CE), 2009, 62p.

_____ **Carcinicultura: desastre sócio-ambiental no ecossistema manguezal do nordeste brasileiro.** Disponível em: <http://www.terrazul.m2004.net/spip.php?article141>. Acesso em 06 de agosto de 2010.

_____ **Morfologia litoral y sistema evolutivo de la costa de Ceará – Nordeste de Brasil.** Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, España, 2001, 353p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha.** Brasília: MMA/SBF. MMA/SBF Brasília, 2002, 180 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1989, 421 p.

PAEZ-OSUNA, F. **The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives.** *Environmental Management* 28(1): 131-140, 2001.

PERH. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos, V.1.** Diagnóstico, Secretaria do Recursos Hídricos, Ceará, Fortaleza, SRH, 1992.

PYE, K, & TSOAR, H. **Aeolian Sand and Sand Dunes.** UNWIN HYMAN, London, 1990, 396 pp.

SAADI, A. & TORQUATO, J. R. **Contribuição à Neotectônica do Estado do Ceará.** Fortaleza. *Revista de Geologia*, V. 5, p. 5-38, 1992.

SANTOS, J.O.. & SOUZA M. J. N. de. **Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó.** In Anais XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo, 2005.

SEPLAN. **Projeto Áridas.** Fortaleza: 1994. 221p. v.2.

SENARATH, U; VISCANATHAN, C. 2001. **Environmental issues in brackish water shrimp aquaculture in Sri Lanka**. *Environmental Management* 27 (3): 335-348.

SOTCHAVA, V.B. **O estudo dos geossistemas**. Método em Questão. n ° 16, IGEOG-USP, São Paulo, 1977.

_____ **Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre**. Biogeografia, n ° 14 , IGEOG-USP, São Paulo, 1978.

SOUZA, M.J.N. de. **Análise Geoambiental e Ecodinâmica da Paisagens do Estado do Ceará** - Tese de Professor Titular, UECE. 1998. Fortaleza. ils.

_____ **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará**. In. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza:FUNECE, 2000. 268p. il.; 22cm.

TRICART, Jean . **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p. il. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1)

VASCONCELOS, F. P. **Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral**. Fortaleza: Premius, 2005.

VASCONCELOS, F. P. ; PIRON-FRENET, M. ; PERTHUISOT, J. P. ; HAJ, S. B. ; ALLIOT, A. 1995. **Trace-Metal Dynamics in Tidal Estuaries (Bay of Pen-Bé, Brittany, France)**. *Journal of Coastal Research*, Estados Unidos, v. 11, n. 3, p. 763-775.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Avaliação e Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**, 1999. In: <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/mangue/relatorio>. Acesso em 10/02/2011.

VICENTE DA SILVA, E.V. **Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem a nível de escala regional e tipologia**. Tese de Professor Titular, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998, 282 p.il.

VALIELA, I.; BOOWEN, J. L.; YORK, J .K. 2001. **Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments**. *Bioscience* 51 (10): 807-815.