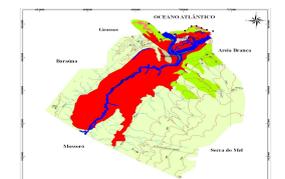
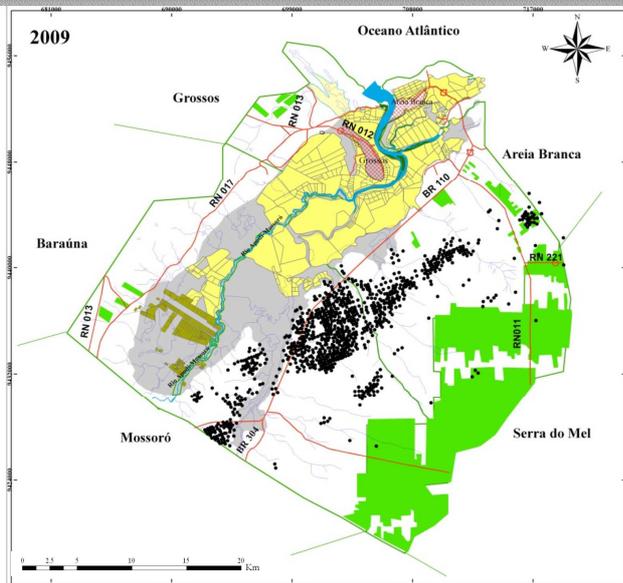
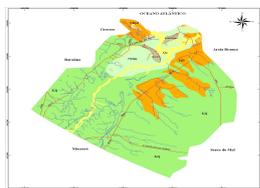
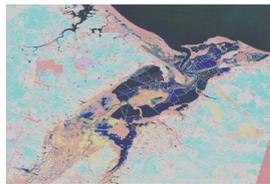


ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN (1989-2009)



ALEXSANDRA BEZERRA DA ROCHA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO
DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN
(1989-2009)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Marta Celina Linhares Sales.

FORTALEZA
2011

R572a Rocha, Alexandra Bezerra da
Análise multitemporal da dinâmica do uso e ocupação do baixo curso
do rio Apodi – Mossoró – RN (1989-2009) / Alexandra Bezerra da Rocha.
– 2011.
113 f. : il. ; color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales
Área de concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências. Depto. de Geografia, Fortaleza, 2011.
Inclui CD-ROM

1. Bacias hidrográficas 2. Solos – Uso – Mossoró (RN) I. Sales, Marta
Celina Linhares (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Programa de
Pós-Graduação em Geografia III. Título

CDD 910.91

ALEXSANDRA BEZERRA DA ROCHA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO
DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN
(1989-2009)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Geografia. Área de concentração Dinâmica Territorial e Ambiental.

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Marta Celina Linhares Sales (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof^a. Dra. Vanda Claudino Sales
Universidade Federal do Ceará-UFC

Pesquisador Dr. Manuel Rodrigues de Freitas Filho
Fundação Cearense de Meteorologia - FUNCEME

Aos meus familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus, rocha eterna da minha vida, pai da eternidade, príncipe da paz, senhor dos senhores, aquele que nos capacita e nos ajuda a realizar nossos sonhos.

Aos meus pais e irmãos, à tia Ivonete do Monte, às cunhadas e aos sobrinhos cada um com seu estilo, com seu toque especial e colaboração sempre, especialmente, aos primos Washington Sales (companheiro e motorista durante todos os trabalhos de campo) e a Elis Regina (pela cooperação durante os trabalhos de campo emprestando o carro).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/PROPAG, pela bolsa de pesquisa.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Biologia - UERN, na pessoa do Prof. Dr. Ramiro Valera de Camacho e ao Prof. Dr. Paulo César Moura da Silva – UFERSA pela revisão do material cartográfico, ao Laboratório de Estudos Agrários e Territoriais – UFC pela afetiva acolhida e ao Núcleo de Estudo Ambiental e Territorial – NESAT – UERN, na pessoa do Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio pelo conjunto de imagens já georeferenciadas.

À prof^a. Dr^a Claudete Aparecida Dallevedove Baccaro, pelo despertar para a pesquisa científica, por ainda no ano de 2005 ter dedicado um bom tempo durante a realização do Projeto de Zoneamento Ambiental da Bacia do Apodi-Mossoró para ensinar geomorfologia e também os devidos delineamentos de uma pesquisa e de um trabalho de campo.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Marta Celina Linhares Sales, por sempre me deixar muito à vontade na construção deste trabalho, indicando com muita simplicidade e grandeza os caminhos, as trilhas, o como transpor os obstáculos e como organizar a dissertação, considerando o método e definição clara do objeto de pesquisa, deixando sempre claro que isso tudo é um processo, exige tempo e confiança. E, com muita atenção e compreensão, sempre me incentivou a buscar o melhor.

À família Aragão, por me receber em sua casa quando cheguei a Fortaleza, proporcionando-me momentos de muitas alegrias ao lado dos irmãos Jéssica e Denis. Essa família foi um ANJO em minha vida. Serei sempre grata pelo apoio, pela amizade e pela acolhida.

Aos amigos do Mestrado, turma 2009.2, que a ciência geográfica me permitiu cruzar os caminhos, pelos muitos colóquios, pelas contribuições, pela ajuda nos momentos de dificuldades, pelas risadas, pelos almoços e momentos de descontração.

À Prof^a. Dra. Maria do Céu de Lima coordenadora do Leat/UFC, por todo o APOIO DEDICADO, pelo grande aprendizado que tive durante o estágio à docência, acompanhando a disciplina Metodologia da Pesquisa em Geografia, pelo convite para colaborar com o projeto Povos do Mar, projeto interdisciplinar de formação continuada para professores de comunidades pesqueiras do Estado do Ceará, do qual me orgulho muito. Admiro muito sua postura ética, política e ideológica, pois mesmo na academia, onde a fogueira das vaidades está muito presente, sua postura não se dobra a esses ditames.

Às minhas novas irmãs, Francivan, Cilene, Marta, Lia e Cristiane. Nunca vi pessoas tão diferentes darem tão certo, pois mesmo com a dificuldade de se dividir moradia com quem não conhecemos, nos demos sempre muito bem.

À Profª. Dra. Vanda Claudino Sales, por abrir todas as exceções e participar desta banca e por ajudar no delineamento desta pesquisa, durante a disciplina de Geomorfologia Costeira ofertada no Programa de Pós-Graduação de Ciências Marinhas Tropicais – LABOMAR/UFC e também durante a qualificação. Sinto-me muitíssimo honrada em poder contar com sua colaboração nesta pesquisa.

À Profª. Dra. Adryane Gorayeb (banca da qualificação) e ao pesquisador Manuel Rodrigues de Freitas Filho (banca defesa) por suas contribuições científicas, tanto no que concerne à redação quanto a revisão dos mapas temáticos.

Às instituições do Estado do Rio Grande do Norte, por cederem dados para a pesquisa: Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA (Sra. Ana Maria), Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças - SEPLAN (Sr. Leonel Cavalcanti Leite) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN (Sr. Gilmar Briston) e ao Jornal Gazeta do Oeste.

Ao Programa de Pós-Graduação de Geografia da UFC, especialmente aos coordenadores Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira e Profa. Dra. Maria Elisa Zanella, sempre dispostos a ajudar e incentivar.

E a todos que direta ou indiretamente ajudaram na construção e realização deste trabalho, sem suas leituras, toques e questionamentos o texto teria ficado menos detalhado em relação ao que agora é apresentado.

RESUMO

Através da análise geoambiental este trabalho está voltado para o estudo da bacia hidrográfica como categoria de análise geográfica. A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró representa 27% do território do estado do Rio Grande do Norte, cobrindo uma área total 14.271 km², tendo como recorte espacial para este estudo o baixo curso do referido rio cobrindo 973 Km². No tocante a geodiversidade trata-se de uma área caracterizada pela presença de uma chapada, de tabuleiros costeiros, de planície flúvio-marinha, de faixa costeira com praias, falésias e dunas. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo realizar a análise do quadro ambiental, considerando a dinâmica do uso e ocupação, através de estudo multitemporal de 1989 a 2009, fundamentalmente, identificando e espacializando as unidades geoambientais, as pressões de uso, utilizando o sensoriamento remoto, o sistema de informação geográfica para manipulação e cruzamento de informações, pesquisa qualitativa-quantitativa, obtendo como resultado final um conjunto de sete mapas. O resultado também indicou em hectares a porcentagem das atividades econômicas em 1989 sendo: 16,4% de cultura cíclica, 19,2% de cultura perene, 0,04% de áreas petrolífera, 64,4% salinas (artesaniais e industriais), já em 2009 a cultura perene representou 32,7%, as atividades petrolíferas 33,4% e as salinas (artesaniais e industriais) 34% e a carcinicultura 2%. Observando-se, portanto um crescimento de 126% para culturas perenes, 1.847% da atividade petrolífera e 28,50% para as salinas. Entende-se que as diferentes formas de uso altera a dinâmica ambiental da área de estudo, contribuindo na intensificação dos processos fluviais, na deposição de sedimentos, no assoreamento, na erosão, na destruição da mata ciliar e do ecossistema manguezal. As alterações no baixo curso do rio Apodi-Mossoró correspondem a modificações muito significativas na morfologia original e na dinâmica dos processos geomorfológicos, na taxa de descarga fluvial média anual e na taxa de transporte de sedimentos. Esses fatos associados aos ambientes de ocupação inadequada promovem o surgimento de áreas com elevado comprometimento da qualidade ambiental.

Palavras Chaves: Dinâmica do uso e ocupação. Abordagem sistêmica. Baixo curso do rio Apodi-Mossoró.

ABSTRACT

Through a geoenvironmental analysis, this work is related to the study of a hidrographic basin as a geographical analysis category. The hidrographic basin of the Apodi-Mossoró river represents 27% of the territory of the state of Rio Grande do Norte, covering a total area of 14.271 km², having a spatial cutting for this study, the lower course of the mentioned river, which covers 973 km². Regarding the geodiversity, it is characterized as an area with a presence of a plateau, coastal tablelands, fluvio-marine plain, of coastal band with beaches, cliffs and dunes. In this context, the work had the objective to do an analysis of the environmental framework considering the dynamics of the use and occupation, through a study of a multitemporal scale from 1989 to 2009, basically identifying and putting on a spatial scale the geoenvironmental units, the pressure of use, using remote sensing, the geographical information system for the handling and information crossing, qualitative-quantitative research, obtaining as a final result a set of seven maps. The result also indicated, in hectares, a percentage of economic activities in 1989 as: 16,4% of cyclical cultures, 19,2% of perennial culture, 0,04% of petroliferous areas, 64,4 % of salt-mines (craft and industrial). In 2009, the perennial cultures represented 32,7% , the petroliferous activities 33,4%, salt-mines 34% (craft and industrial) and the breeding of crabs and other crustaceans 2%. Therefore, it was observed a growth of 126% for perennial cultures, 1.847% for petroliferous activities and 28,50% for salt-mine activities. We can understand that the different forms of use alters the environmental dynamics of the studied area, contributing to the intensification of fluvial processes, to the deposition of sediments, to the silting up process, to the erosion, to the destruction of ciliary woods and to the ecosystem's mangal. The changes in the low course of Apodi-Mossoró river, correspond to the very significant modifications of the original morphology and in the dynamics of geomorphological processes, in the rate of average annual fluvial discharge and in the rate of transportation of the sediments. Those facts, associated with the environments of inadequate occupation foster the emergence of areas with high exposure of environmental quality.

Key Words: Dynamics of use and occupation. Systems Approach. Low course of Apodi-Mossoró river.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma das etapas da elaboração da pesquisa.....	32
FIGURA 2 - Esboço da divisão da América do Sul.....	34
FIGURA 3 - Fases de formação da Bacia Potiguar.....	36
FIGURA 4 - Imagem dos sistemas atmosféricos.....	41
FIGURA 5 - Tipos e Associações de solos no baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN.....	50
FIGURA 6 - Ecossistema manguezal em Grossos e Areia Branca-RN.....	51
FIGURA 7 - Estuário afogado.....	52
FIGURA 8 - Vegetação de Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>).....	53
FIGURA 9 - Praia de Upanema no município de Areia Branca: seixos rolados e arrecifes.....	55
FIGURA 10 - Entrada para as praias de Ponta do Mel, Redonda, Cristovão-RN.....	56
FIGURA 11 - Foz do Apodi-Mossoró: progradação, instabilidade e erosão da faixa de praia...57	
FIGURA 12 - Falésia desenvolvida sobre sedimentos friáveis da Formação Barreiras.....	57
FIGURA 13 - Praia do Cristóvão, município de Areia Branca – RN.....	58
FIGURA 14 - Área do Grupo Barreiras no município de Grossos, de retirada de solo, ravinamentos e erosão das encostas.....	60
FIGURA 15 - Salinas artesanais em 1970.....	68
FIGURA 16 - Salinas artesanais em 2011.....	68
FIGURA 17 - Área de influência direta do estuário do rio Apodi-Mossoró.....	79

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 - Mapa de localização do baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN.....	21
MAPA 2 - Mapa de controle de campo.....	25
MAPA 3 - Mapa geológico da área em estudo.....	38
MAPA 4 - Mapa das unidades geoambientais do baixo curso do rio Apodi-Mossoró.....	62
MAPA 5 - Mapa da Mesoregião Mossoroense.....	64
MAPA 6 - Mapa das culturas temporárias e permanentes.....	72
MAPA 7 - Mapa do uso e ocupação do baixo curso de 1989.....	75
MAPA 8 - Mapa do uso e ocupação do baixo curso Síntese (1989-2009).....	84
MAPA 9 - Mapa das áreas de fragilidade ambiental.....	87

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Média das chuvas no baixo curso do rio Apodi-Mossoró.....	40
GRÁFICO 2 - Gráfico da erosividade da chuva 1970-2009.....	43
GRÁFICO 3 - Extrato do balanço hídrico Mossoró.....	45
GRÁFICO 4 - Distribuição têmporo-espacial da chuva em 40 anos - Mossoró.....	45
GRÁFICO 5 - Variabilidade temporal com o número de anos seco, habitual, chuvoso e extremo chuvoso em Grossos-RN.....	46
GRÁFICO 6 - Avaliação DEF e EXC hídrico Mossoró em 2000.....	47
GRÁFICO 7 - Dinâmica do uso e ocupação.....	74
GRÁFICO 8 - Ecossistema mangezal.....	80
GRÁFICO 9 - Campo de dunas móveis.....	81
GRÁFICO 10 - Tabuleiro costeiro.....	81
GRÁFICO 11 - Chapada do Apodi.....	82
GRÁFICO 12 - Representação dos geoambientes.....	82

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - Área de abrangência dos municípios em relação ao baixo curso do rio Apodi-Mossoró - RN	21
TABELA 2 - Combinações das bandas no espaço RGB.....	28
TABELA 3 - Unidades Litoestratigráficas.....	33
TABELA 4 - Classificação climática de Thornthwaite 1948.....	43
TABELA 5 - Qualificação da Erosividade.....	44
TABELA 6 - Balanço hídrico climatológico da média dos anos padrão.....	47
TABELA 7 - Dados dos censos de 2000 e 2010.....	71
TABELA 8 - Síntese das informações da análise multitemporal do baixo curso do rio Apodi-Mossoró (1989-2009).....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

APP - Área de Preservação Permanente

BHC - Balanço Hídrico Climatológico

CAD - Capacidade de Água Disponível

CCD - Couple Charged Device

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBERS - China Brazil Earth Resource Satellite (Satélite Sino – Brasileiro de Recursos Terrestres)

CODERN - Companhia Docas do Rio Grande do Norte

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DEM - Digital Elevation Model

DEF - Deficiência Hídrica

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

DP - Drenagem Profunda

ET - Evapotranspiração

ETM - Enhanced Thematic Mapper

ETR - Evapotranspiração Real

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

EXC - Excedente Hídrico

GPS – Global Positioning System

GTI - Grupo de Trabalho Interministerial

HRC - Câmera Pancromática de Alta Resolução

HRV - Visible High-Resolution

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA - Índice Climático

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite

LABGEO - Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Biologia da UERN

LSR - Laboratório de Sensoriamento Remoto da UFC

MDT - Modelo Digital de Terreno
NEC - Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras
NESAT - Núcleo de Estudos Socioambiental e Territorial
NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
PDI - Processamento Digital de Imagens
PI - Plano de Informação
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROPAG - Programa Reuni de Orientação e Operacionalização da Pós-Graduação Articulada à Graduação
RGB - Red – Green - Blue
RGBI - Red – Green – Blue - Intensity
SAD69 - South American Datum 1969
SERHID - Secretaria Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte
SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SNIC - Sistema Nacional de Informações das Cidades
SPOT - Satellite Pour l'Observation de la Terre
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
TIF - Tagged Image File Format
TIN - Trigular Irregular Network
TM - Modelo Temático
UERN - Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNEP - United Nations Environment Programme
UTB - Unidade Territorial Básica
UTM - Universal Transversa de Mercator
USGS - U.S. Geological Survey
WGS84 - World Geodetic System 1984

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 Localização da área da Pesquisa	20
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
2.1 Trabalho de Campo	23
2.2 Referencial Teórico	26
2.3 Processamento Digital das Imagens de Satélites	27
2.4 Elaboração da base cartográfica do mapeamento temático	29
2.5 Aplicação das técnicas para variabilidade climática	30
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA - CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS	33
3.1 Gênese da Bacia Potiguar e característica geológica	34
3.1.2 Evolução recente do baixo curso do rio Apodi-Mossoró.....	37
3.2 Contexto hidroclimático	39
3.3 Características pedológicas e recobrimento vegetal	48
4 UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN	54
4.1 Planície Litorânea	54
4.2 Planície Flúvio-Marinha	58
4.3 Tabuleiro	61
4.4 Chapada do Apodi	61
5 ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ	64
5.1 A implantação do distrito industrial no baixo curso do rio Apodi-Mossoró	67
5.2 Interpretação dos produtos cartográficos	73
6 O BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ NOS ÚLTIMOS 20 ANOS	78
6.1 Fragilidade, Classificação e Dinâmica dos Geoambientes	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	98

INTRODUÇÃO

Este trabalho constitui-se numa atividade voltada para o estudo da bacia hidrográfica como categoria de análise espacial, possibilitando interpretações sobre a gênese e a dinâmica atual do baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN. Do ponto de vista da análise geográfica aqui exposta, essa questão vincula-se, intrinsecamente, à discussão sobre o estudo do ambiente, tendo como método a análise ambiental.

Neste trabalho o conceito adotado resgata e aponta as idéias de Guerra e Guerra (1997), no qual entende a bacia hidrográfica como área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água.

O principal ponto de aprofundamento da reflexão implica considerá-la como um sistema maior, e o baixo curso como recorte espacial, analisando-o segundo a conceituação de Mendonça (1999), ou seja, interação dinâmica dos fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, pedológicos e vegetais, associada à interferência antrópica, reagindo dialeticamente uns em relação aos outros, bem como, os fatores socioeconômicos e sua influência na estrutura e representação espacial do sistema, porém sem haver necessariamente uma homogeneidade interna, tendo em vista a dinâmica dos processos que ocorrem em seu meio.

Conforme estes autores, as combinações dinâmicas e instáveis dos componentes naturais e socioeconômicos relacionam-se fazendo dos geoambientes unidades indissociáveis e em constante evolução. Consideraram-se as características do quadro natural da região, a área de influência direta (estuário do Apodi-Mossoró) e as áreas de influência indireta (o entorno do estuário), portanto, o baixo curso, analisado como um todo integrado.

A bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró representa 27% do Estado do Rio Grande do Norte, cobrindo uma área total de 14.271 km². Segundo o Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Mossoroense (IICA, 2009), a referida área tem 619 reservatórios sendo: 88 públicos, 506 particulares e 25 comunitários, com capacidade total de acumulação de água na ordem de 1.364.882, 650 m³.

A metodologia adotada neste trabalho possibilita uma análise integrada dos recursos naturais, permitindo, ainda, delinear as unidades geoambientais com características comuns, cujo conjunto de combinações confere um considerável grau de individualidade. Com base nisso foi possível fazer um estudo multitemporal no período compreendido entre 1989 e 2009, tendo como apoio o sensoriamento remoto, o qual permite elaboração de mapas temáticos de uma mesma área em diferentes períodos, possibilitando, assim, analisar o

comportamento evolutivo ou regressivo do ambiente e das diferentes formas de uso e ocupação.

O objetivo geral do trabalho é, portanto, realizar a análise do quadro ambiental atual, considerando a dinâmica do uso e ocupação do baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN, através de estudo multitemporal de 1989 a 2009.

Como objetivos específicos podem ser apontados:

- ✓ Delimitar o baixo curso do rio Apodi-Mossoró, levando em consideração o plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (limite oficial da bacia hidrográfica), o escoamento superficial e os divisores de água.
- ✓ Mapear as principais unidades geoambientais do baixo curso, identificando os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrográficos, pedológicos e vegetais.
- ✓ Compilar, processar e integrar as informações obtidas através da sobreposição de mapas temáticos para identificar as alterações do ambiente decorridas nos últimos vinte anos.

A necessidade do estudo das bacias hidrográficas como unidade de análise surge tanto em função do uso e ocupação do solo quanto pelo crescimento das cidades. Além disso, o uso de novas tecnologias, a busca e a utilização desenfreada de combustíveis fósseis e a força do capital geram impactos significativos (CRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Nascimento (2003), uma bacia hidrográfica apresenta características geoambientais específicas que formam uma unidade natural indissociável. É um sistema complexo, dado o número de elementos e variáveis envolvidos, nos quais as relações mútuas entre componentes estruturais possibilitam a sua análise integrada, permitindo uma avaliação dos aspectos físicos, econômicos e sociais, uma vez que mudanças significativas, em qualquer segmento dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos. As bacias hidrográficas, com seus rios constituintes, expressam melhor essa interação sistêmica, permitindo avaliar seus elementos, bem como as consequências do uso e ocupação.

Esta pesquisa busca contribuir para uma maior reflexão no que se refere à importância do baixo curso do rio Apodi-Mossoró como unidade de análise geográfica voltada para o estudo geoambiental, para a dinâmica do uso e ocupação do solo, tendo como

apoio a pesquisa qualitativa-quantitativa, ou seja, as condições geológicas e geomorfológicas, o contexto hidroclimático, a multitemporalidade das atividades econômicas e as pressões de uso e ocupação, considerando a sustentabilidade e a escala regional. A busca por esse entendimento traz inúmeras contribuições para o arcabouço teórico-metodológico da Geografia, uma vez que esse esforço decorre da procura de uma conexão entre as dimensões natureza e sociedade.

Além da introdução e das considerações finais, os itens que se seguem expõem: i) localização da área da pesquisa; ii) a metodologia aplicada para o desenvolvimento da pesquisa detalhando os métodos, as técnicas e os instrumentos para obtenção e interpretação dos dados do trabalho de campo, documentais e cartográficos; iii) caracterização da área da pesquisa, condições geológicas, geomorfológicas, evolução recente do baixo curso; iv) a análise da compartimentação das unidades geoambientais do baixo curso do rio Apodi-Mossoró; v) e vi) são evidenciados os resultados do trabalho, muito embora, ao longo de todos os capítulos esses resultados já são percebidos na forma das discussões e debates propostos, no v) discute-se sobre a análise multitemporal da dinâmica do uso e ocupação do baixo curso; no vi) a situação do baixo curso nos vinte anos (1989-2009) e, finalmente, vii) as considerações finais.

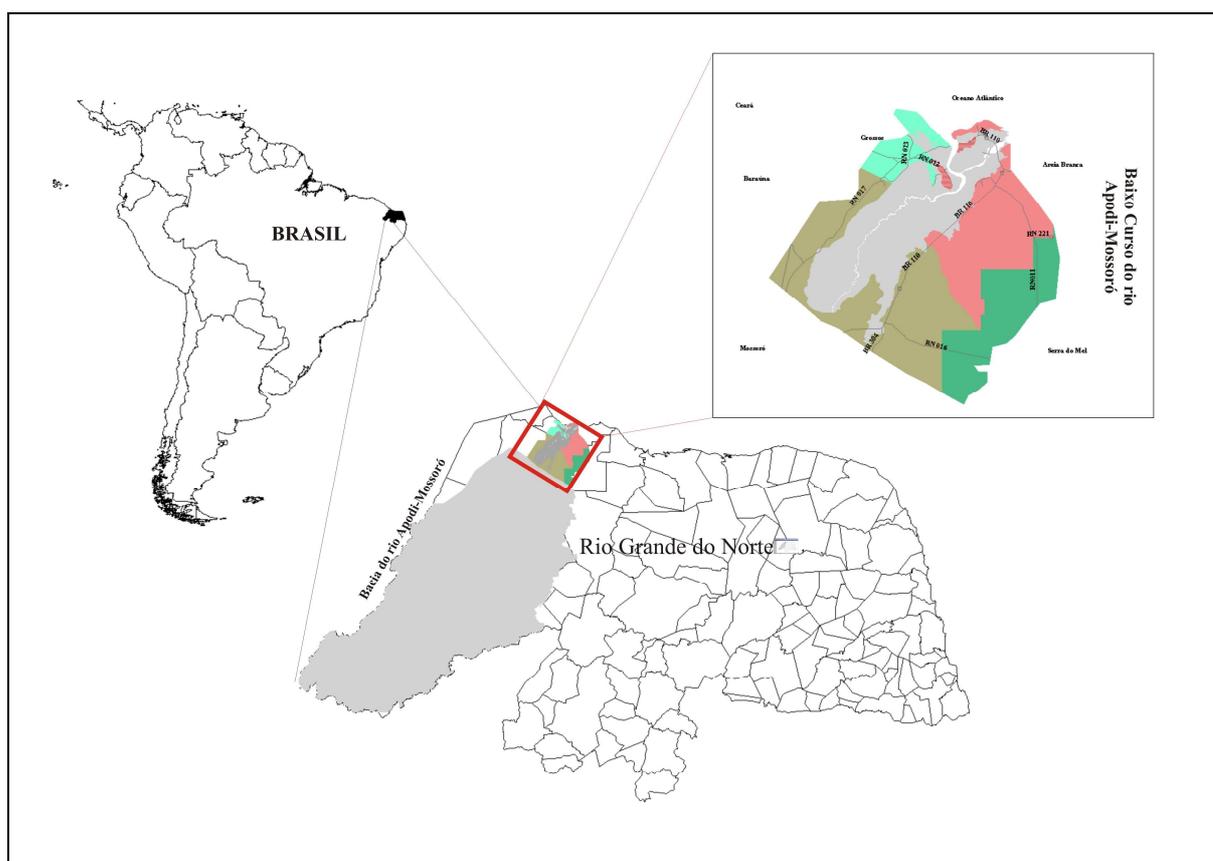
1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

O Estado do Rio Grande do Norte localiza-se no Nordeste oriental do Brasil, entre os paralelos 4°51'54" e 6°58'18" de latitude sul, e os meridianos de 34°57'08" e 38°35'12" de longitude oeste. É limitado ao norte e a oeste pelo Oceano Atlântico, ao sul pelo Estado da Paraíba, e a oeste pelo Estado do Ceará. Na direção N-S tem uma distância angular de 2°06'24", e linear de 233 km. Na direção E-W a distância angular é de 3°38'04", e a linear mede 403km. A superfície total do RN representa 0,62% do território brasileiro (IDEMA, 1999), sendo sua área de 53.015 Km².

A área de estudo desta pesquisa é a bacia hidrográfica do baixo curso do rio Apodi-Mossoró localiza-se entre os paralelos 4° 57' 12'' e 5° 08' '5'' de latitude sul e os meridianos 37° 02' 12' e 37° 20' 2'' de longitude oeste, abrangendo uma extensão territorial de 973.703 Km². Abrange a zona rural do município de Mossoró (49%), na porção noroeste margeada pela BR 304 e BR110, parte do município de Areia Branca acessado pela BR 110, estendendo-se até o litoral setentrional (22%), parte do município de Grossos alcançada pelas RN 012 e RN 013 estendendo-se até litoral (8%) e a zona rural do município de Serra do Mel ladeada pela BR 110 (21%) (Mapa 1).

A delimitação da área de estudo, baixo curso do rio Apodi-Mossoró partiu dos limites leste e oeste da bacia estabelecidos pela SERHID (ANEXO 1), enquanto que na parte sudoeste o limite estabelecido teve como critério o escoamento superficial e as diferenciações físico-geográficas locais: topografia, morfologia da drenagem, predominantes e fatores econômicos das populações. Mantendo-se, os divisores de água da bacia, os fatores físico-ambientais no âmbito da bacia hidrográfica, e os fatores territoriais no âmbito sociopolítico.

Mapa 1: Localização do baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN



Fonte: Rocha, A.B

A área de influência do baixo curso do rio Apodi-Mossoró objeto desta pesquisa em relação à área total dos municípios representa (Tabela 1):

Tabela 1: área de abrangência dos municípios em relação ao baixo curso do rio Apodi-Mossoró - RN

Municípios	Área total km ²	Porção que está no baixo curso Km ²	Área dos municípios no baixo curso
Grossos	126.451	77.403	8%
Areia Branca	357.580	216.651	22%
Mossoró	2.110.207	473.266	49%
Serra do Mel	616.509	206.383	21%
Total	3.210.747	973.703	100%

Fonte: dados da pesquisa

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para trabalhar os temas expostos nesta pesquisa buscou-se a fundamentação teórica principalmente em Chorley (1962), Ab' Saber (1969), Mendonça (1999) e Christofolletti (1999).

Os fios condutores para os procedimentos metodológicos desta pesquisa foram: a pesquisa exploratória (MINAYO, 1998), uma vez que compreende a etapa de escolha: i) do tópico de investigação; ii) da delimitação do problema; iii) da definição do objeto; iv) de construção do marco teórico conceitual; v) dos instrumentos de coleta de dados; vi) da exploração de campo; vii) da abordagem sistêmica e integrada; viii) do material cartográfico.

Sobre o caminho percorrido durante a análise é essencial esclarecer:

- a) Neste estudo seguiram-se os procedimentos metodológicos propostos por Mendonça (1999) análise geoambiental inspirada na visão geossistêmica sob o prisma da análise ambiental e de um conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitiram conhecer e explicar a dinâmica do uso e ocupação;
- b) Foram utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas, fontes documentais e sistemas de informação geográfica, adotando-se a prática da observação e demais métodos que credenciam a pesquisa.

O caminho metodológico é composto por três etapas principais: 1) levantamento bibliográfico e geocartográfico relacionado a área de estudo. Neste sentido, foram disponibilizados imagens de sensores orbitais, mapas temáticos, planilhas com dados socioeconômicos, equipamentos e softwares, conforme especificado a seguir:

Levantamento cartográfico – a) imagem de satélite e b) bases digitalizadas e analógicas usadas de maneira contínua durante todas as etapas do trabalho. **b. 1) Carta topográfica** de Mossoró folha SB – 24- X – D – I e Carta folha SB – 24 – X – B – IV Areia Branca em meio digital, escala 1:100.000 projeção UTM, zona 24 sul e meridiano central 39°, datum horizontal Córrego Alegre – Minas Gerais datum vertical: Imbituba Santa Catarina, cobertura aérea em 1984, elaborada em parceria com a SUDENE e o Departamento de Engenharia e Comunicações do Exército, revisada e atualizada em agosto de 2003, pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte – SERHID (IBGE, 2010). **b.2) Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte** – escala 1:500.000, projeção policônica, em meio digital, elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral –

DNPM, 1998. Revisado e atualizado pela CPRM e UFRN em 2003, escala 1:500.000, Disponibilizada em meio digital. Contribuiu para a compreensão de informações relativas à história da evolução geológica do baixo curso do rio Apodi-Mossoró. **b.3) Os produtos de sensoriamento remoto que deram suporte a este trabalho foram:** i) Cena LANDSAT 5 e 7 sensor TM e ETM, órbita ponto: 216-063, resolução 30m, de **09/08/1989**, cedidas pelo Laboratório de Estudos Socioambiental e Territorial (NESAT), ii) CBERS_2_CCDIXS e 2B_HRC, resolução 20m e 2,7, órbita ponto: 148-106 e 149-105, imageada em **18/4/2009**, cedida pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). iii) Spot instrumento HRV, resolução 2,5m, imageada em **14/05/2009**, cedida pelo IDEMA. iv) As imagens de radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponibilizada pelo U.S. Geological Survey (USGS), resolução espacial 90m, articulação compartilhável com escala de 1:250.000 carta SB-24-X-B e SB-24-X-D, sistema de coordenada geográfica e datum WGS84. O datum escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi o SAD69, o sistema de projeção UTM. Sendo assim, todo o material cartográfico que estava em outro datum ou em diferentes sistemas de projeção foram convertidos no programa Arcgis 9.3 (licença da Pós-Graduação da Geografia – UFC), Terraview 4.0 (INPE) e SPRING 5.1.7 (INPE).

2.1 Trabalho de Campo

Posteriormente à coleta dos materiais bibliográficos e cartográficos, foram realizados trabalhos de campo, no período de janeiro de 2010 a março de 2011, que implicou em seis visitas. A primeira visita serviu como reconhecimento da área de estudo. As demais foram realizadas para auxiliar o processo de interpretação das imagens de satélite e registrar os pontos relevantes com o auxílio de GPS, registros fotográficos, assim como conferir informações (Mapa 2) com o mapa de controle de campo, para fechamento dos mapas temáticos e do texto final.

Desta forma, todo material cartográfico utilizado neste estudo foi organizado e armazenado no Sistema de Informação Geográficas ArcGis 9.3. Em um ambiente SIG a informação espacial encontra-se estruturada em camadas, também conhecidas como planos de informações. As camadas são compostas por uma coleção de elementos geográficos relacionados a um único tema podendo ser estruturada e armazenada de duas formas: raster ou vetorial. A estrutura raster é composta por uma grade regular, normalmente no formato retangular, onde cada célula ou ponto desta grade representa um pixel. Neste formato encontram-se, por exemplo, as camadas referentes às imagens dos sensores remotos. Na

estrutura vetorial a informação espacial é representada por formas geométricas do tipo pontos, linhas e polígonos. Os pontos são utilizados para identificar todas as informações que podem ser representadas por um único par de coordenadas. As linhas são formadas por um conjunto de pontos conectados. Os polígonos são representados por uma ou mais linhas conectadas de uma forma em que sempre o último ponto de uma linha seja idêntico ao primeiro da próxima. Entre as camadas vetoriais utilizadas nesta pesquisa encontram-se todas aquelas que formam a base cartográfica e todos os dados temáticos.

Os dados armazenados e estruturados no ArcGIS 9.3 foram editados e manipulados com aplicação das técnicas de processamento digital de imagens e de geoprocessamento.

A justificativa da base teórico-metodológica para este trabalho se dá pelo fato de se tratar da análise espaço-temporal de um ambiente natural composto de diferentes variáveis que vêm se modificando, seja espontaneamente, seja pela ação direta e indireta do ser humano ao longo do período em análise (1989-2009).

Para uma melhor compreensão da metodologia e dos procedimentos a serem aplicados na pesquisa são discutidos alguns conceitos sobre o tema em análise.

2.2 Referencial Teórico

Ab'Saber (1987) relata que, a partir da década de 1970, o conceito de bacia hidrográfica passou a ser utilizado com o intuito de se empregar uma abordagem mais holística aos problemas ambientais, uma vez que somente a adoção de uma visão sistêmica e integrada pode contemplar de modo satisfatório os estudos da utilização, preservação e recuperação dos sistemas ambientais.

Segundo Chorley (1962), os sistemas abertos são definidos como os que precisam de suprimento de energia para sua manutenção e preservação, e são mantidos em condição de equilíbrio pelo constante suprimento e remoção de matéria e energia. Entende-se sistema como um conjunto de partes que interagem entre si formando uma totalidade dinâmica em constante transformação de sua estrutura espacial devido aos diversos fluxos de energia e matéria, ao longo do tempo.

Para o entendimento do sistema é fundamental considerar que existem três princípios básicos de funcionamento: a unidade, a complexidade e a totalidade (CHRISTOFOLETTI, 1999). A unidade pode ser entendida como os elementos do sistema ou como subsistemas que interagem entre si. A complexidade é a forma de interação entre essas unidades e a totalidade refere-se ao sistema em seu contexto, ou seja, faz parte de um todo integrado. A bacia hidrográfica, nas últimas décadas, tem sido utilizada como unidade de estudo e planejamento, em especial devido à facilidade de interação da paisagem visível do meio biofísico que engloba os subsistemas naturais e construídos.

Estas podem ser consideradas sistemas abertos, em termos de input de energia, oriundos das precipitações, e dos outputs, relacionados à água e aos sedimentos oriundos da erosão fluvial e das encostas existentes no âmbito das bacias. O sistema em análise nesta pesquisa, ou seja, o baixo curso do rio Apodi-Mossoró-RN, caracteriza-se, enquanto sistema, como entrada (input), armazenamento e saída (output) de matéria e energia, representada, por exemplo, pelas marés, transporte e deposição de sedimentos.

O entendimento das unidades na escala espaço-temporal sistêmica, com feições diferenciadas e processos atuantes, permitiu a análise das condições atuais, bem como das transformações decorrentes da evolução natural e das intervenções humanas decorrentes do uso e da ocupação inadequados.

Neste contexto, o presente estudo busca contribuir para o planejamento ambiental do baixo curso do rio Apodi-Mossoró, visando subsidiar políticas públicas locais e regionais, a partir de trabalhos de campo minuciosos e produção de mapeamento condizente com a

realidade regional. Com a integração dos dados definiu-se as unidades geoambientais, sistematizamos as informações levantadas durante as etapas da pesquisa, indicando as fragilidades e algumas propostas de conservação e recuperação das áreas degradadas.

A partir da análise ambiental foi designado o conjunto de componentes, processos e sistemas do ambiente físico, considerando as potencialidades e as limitações de usos específicos dos recursos. Para concretizar um estudo geoambiental é essencial discutir os vários aspectos da região relacionados à geologia, à geomorfologia, ao clima, à hidrologia, aos solos e à vegetação, bem como suas inter-relações. Esses fatores influenciam a dinâmica hidrológica da bacia, os processos morfodinâmicos da superfície, as formações pedológicas e as características fitogeográficas.

Estes produtos foram úteis na obtenção de grande quantidade de informações relacionadas tanto aos fatores físicos quanto aos de uso e ocupação do solo, permitindo acesso às relações de causa e efeito oferecidas pelas diferentes resoluções (espacial, espectral, temporal e radiométrica) da imagem (CREPANI, 2008).

2.3 Processamento digital das imagens de satélites (1989 a 2009)

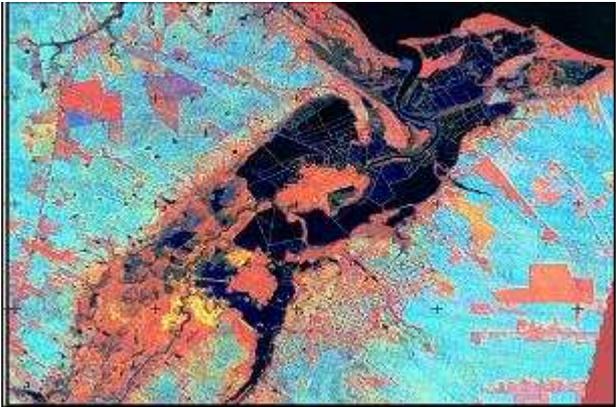
As técnicas de PDI tem como principal objetivo facilitar a visualização e extração das informações contidas nas imagens oriundas dos sensores remotos (FREITAS FILHO, 2011). Nesta pesquisa utilizou-se o software SPRING 5.1.7 para aplicação das seguintes técnicas de PDI: georreferenciamento, composição colorida, aumento linear de contraste, transformação HSI e interpretação visual de imagens. Através do georreferenciamento as imagens foram corrigidas geometricamente de acordo com o sistema de coordenadas UTM. Nesta etapa, foram selecionadas feições comuns nas cartas topográficas e nas imagens (pontos de controle), tanto no arquivo devidamente georeferenciado (*Mrsid*) como na imagem que estava sendo georeferenciada.

As composições coloridas formadas pelo conjunto de três diferentes bandas espectrais é uma das formas mais comuns no processamento digital de imagens de sensoriamento remoto de sintetizar, em uma única imagem, a maior quantidade possível de informações. Neste processo são utilizadas as três cores primárias, vermelho (R), verde (G) e azul (B), para combinar um conjunto de três bandas espectrais visando a formação de uma imagem colorida.

A Tabela 2 apresenta algumas composições realizadas com diferentes sensores utilizados na pesquisa. As melhores composições para o mapeamento das unidades

geoambientais e dinâmicas do uso e ocupação foram obtidas com pelo menos duas imagens no infravermelho (4,5,3) e (4,5,7). As composições (4,7,3) e (7,5,3) foram úteis no estudo da cobertura vegetal com baixa densidade e em época seca, e para o uso e ocupação do solo, feições de erosão, degradação e características morfodinâmicas foi fundamental incluir duas bandas do visível (3,2,1) e (4,3,2) ou composição com o infravermelho médio (4,7,3). Outros autores também utilizam essas composições em estudos ambientais (MEDEIROS, 2009; PARANHOS FILHO, 2005 e 2008; GRIGIO, 2008, PONZONI, 2010).

Tabela 2: Combinações das bandas no espaço RGB

	<i>Informações</i>	<i>Características e mapas temáticos</i>
<p>1B-2G-3R</p> 	<p>Spot HRV (14/05/2009) Projeção: UTM Datum: SAD-69</p>	<p>Imagem conhecida como “falsa-cor” por apresentar cores diferentes da combinação das cores visíveis. Nessas composições são realçadas as características da água (tons marrom e vermelho) indicando material em suspensão e grande quantidade de sedimentos; vegetação, em tons de verde claro e escuro; campo de dunas móveis; poços de petróleo. Essas composições foram utilizada na confecção do mapa temático de uso e ocupação.</p>
<p>2B-1G-7R</p> 	<p>Landsat ETM Órbita Ponto: (216-063) (09/08/1989) Projeção: UTM Datum: SAD-69</p>	<p>Imagem “falsa-cor” na qual é destacada a geomorfologia em tons de rosa (claro e escuro); corpos de água em preto e as áreas com salinas em azul escuro; uso e ocupação em rosa claro. Mapas temáticos gerados: Uso e ocupação e Unidades Geoambientais.</p>

<p style="text-align: center;">B-3G-4R</p> 	<p>CBERS 2B – CCD (148-106) (18/04/2009) Projeção: UTM Datum: SAD-69</p>	<p>Imagem “falsa-cor” na qual os cursos de água apresentam-se em azul, com as salinas e os tanques de carcinicultura bem definidos; A vegetação apresenta coloração avermelhada, sendo utilizada para identificar diferentes tipos de vegetais ou possíveis focos de pragas nas plantas. Mapeamento dos impactos, das áreas de fragilidade e da drenagem.</p>
<p style="text-align: center;">5B-4G-3R</p> 	<p>Landsat ETM Órbita Ponto: (216-063) (14/05/2009) Projeção: UTM Datum: SAD-69</p>	<p>Imagem “falsa-cor” na qual o uso e a ocupação aparecem em tons de rosa, áreas úmidas bem evidenciadas em marrom claro, corpos de água em azul e preto, área urbana em tons claros de rosa, mata ciliar bem evidenciadas. Mapeamento das unidades geoambientais, das salinas, dos poços de petróleo e da agricultura.</p>

Fonte: adaptado de Fitz (2008) e Grigio (2008).

2.4 Elaboração da base cartográfica do mapeamento temático

Com a aplicação dos recursos de edição vetorial disponíveis no software ArcGIS foi realizada a compilação e atualização da base cartográfica da área estudada. Para tanto, foram utilizados os arquivos vetoriais integrantes das folhas topográficas digitais da DSG/SUDENE de Mossoró e Areia Branca e imagens de satélites de diferentes sensores. Com a imagem SPOT de 2009 foram atualizadas as camadas referentes aos espelhos d'água, áreas urbanas e rede viária. Após a conclusão da atualização da base cartográfica foi realizado a compilação no ArcGIS do material temático referente a área da pesquisa. Em seguida, tendo como base as imagens resultantes da aplicação das técnicas de PDI, foram elaborados e compilados sete mapas: Mapa de Localização, Mapa Geológico, Mapa de Controle de Campo,

Mapa das Unidades Geoambientais, Mapa de Uso e Ocupação (1989 e 2009), Mapa das Atividades Econômicas e Mapa das áreas de fragilidade ambiental.

Foi utilizado também máquina fotográfica, gravador, caderneta de campo e GPS (GARMIM 13). Os dados temáticos foram sintetizados, analisados e representados cartograficamente, configurando o delineamento dos sistemas ambientais, avaliados do ponto de vista de que fazem parte de um todo integrado.

2.5 Aplicação das técnicas para variabilidade climática

Para o cálculo das características hidroclimáticas da área em estudo trabalhou-se com uma série temporal de 40 anos (1970-2009). Conforme dados da EMPARN calculou-se o balanço hídrico fundamentado no sistema de classificação climática de Thornthwaite (1948), que leva em conta dados da precipitação e da temperatura e introduz o conceito de evapotranspiração potencial como elemento determinante do clima.

Para o cálculo do balanço hídrico, que segundo a metodologia de Thornthwaite, se obtém no confronto entre os valores de precipitação e evapotranspiração potencial foi realizado com o uso do macro desenvolvido no programa Excel™, conforme metodologia apresentada por Rolim et al. (1998). Esse aplicativo permite, de forma simples e rápida, a realização do balanço hídrico climatológico tendo como variáveis de entrada a precipitação, a temperatura do ar, a latitude do local e a Capacidade de Água Disponível (CAD) que se deseja trabalhar.

Para a análise da variabilidade pluvial utilizou-se a metodologia de Sant'Anna Neto (1990), que se baseia em técnicas estatísticas, destacando medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação) em escala anual, auxiliares na escolha dos anos padrão, conforme metodologia divulgada por Monteiro (1973), resultando nos anos de 1970 (seco), 1993 (extremo seco), 1982 (habitual), 2000 (chuvoso), 2009 (extremo chuvoso). Estes permitiram a obtenção de importantes informações sobre o regime climático da área em estudo correlacionado ao potencial erosivo das chuvas. Determinou-se, assim, o Índice de Umidade (IU), o Índice de Aridez (IA) e o Índice Efetivo de Umidade (IEU), de acordo com as seguintes fórmulas:

$$Iu = \left(\frac{EXC}{ETP} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$Ia = \left(\frac{DEF}{ETP} \right) \times 100 \quad (2)$$

$$Im = (Iu - 0,6Ia) \quad (3)$$

Para o cálculo do potencial erosivo da chuva utilizou-se a metodologia proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1980) *apud* Bertoni & Lombardi Neto (1990), onde a unidade são toneladas de solo por hectare e por milímetros de chuva por hora, para se chegar ao valor médio do índice de erosividade por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação, a partir das equações:

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$$

$$RC = Pm^2/Pa$$

Onde:

EI a média mensal do índice de erosão, (t/ha.mm/h);

r é a precipitação média mensal, em mm;

P é a precipitação média anual, em mm;

RC é coeficiente de chuva em mm, capacidade da chuva em provocar erosão;

Pm é a precipitação média mensal, em mm;

Pa é a precipitação média anual, em mm.

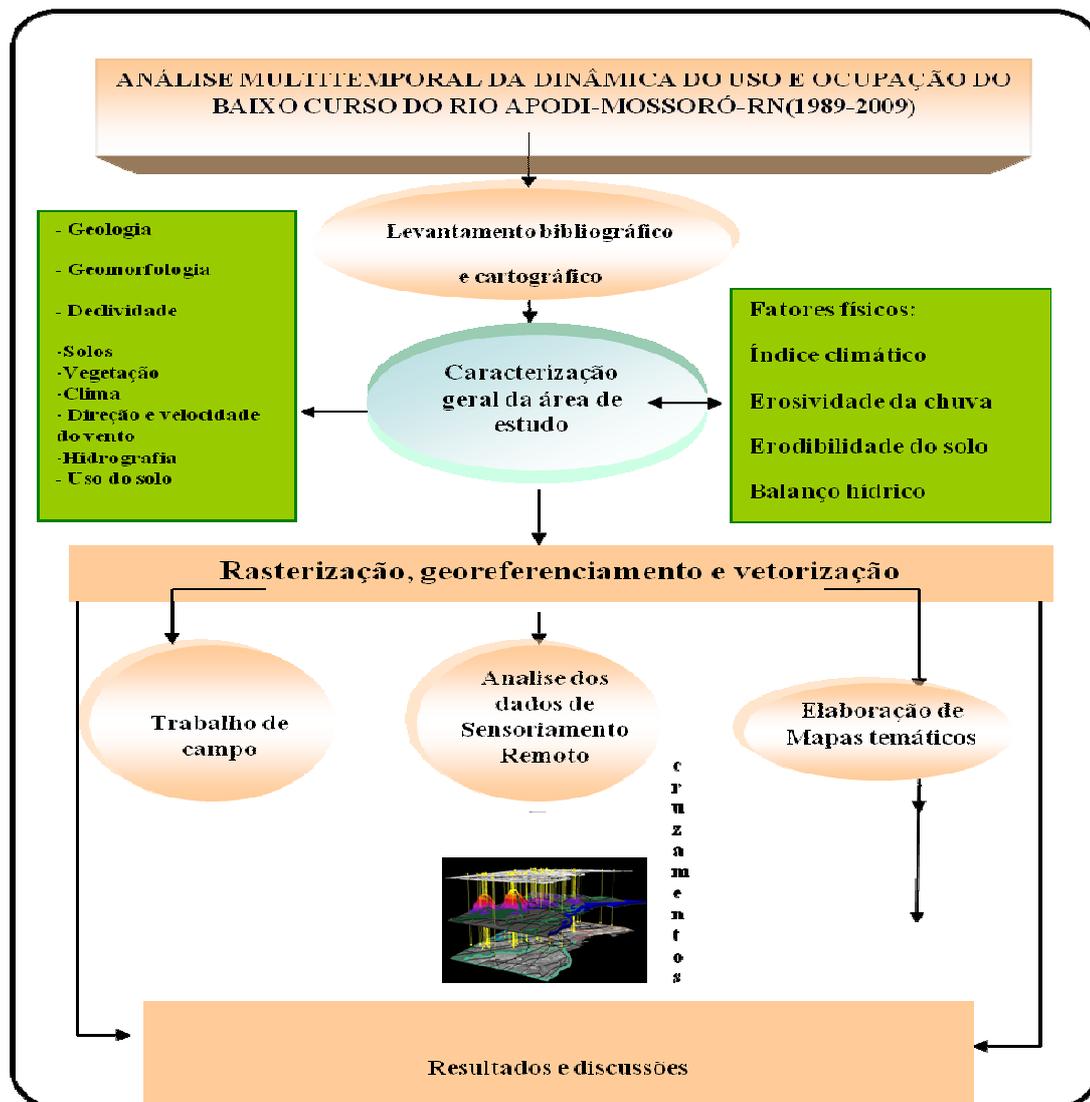
Para o cálculo do Índice de Aridez (IA) proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (1991), adotado pela Convenção Internacional de Combate à Desertificação, calculou-se a razão entre precipitação anual e evapotranspiração potencial (P/ETP) anual, sendo este um critério básico empregado para definir as áreas no mundo suscetíveis a desertificação.

A média da soma dos valores mensais de EI é o fator R, ou seja, $R = EI/12$, onde R é a erosividade da chuva em MJ.mm/ha.h, e EI é a média mensal do índice de erosão. Para o cálculo da erosividade média da chuva anual da área em estudo consideraram-se os limites municipais nos anos considerados na investigação.

O banco de dados foi elaborado nos softwares: a) Arcgis versão 9.3, b) Terraview 4.0, c), SPRING 5.1 USUAIS (programa computacional desenvolvido por Oliveira & Sales comunicação pessoal – PRODEMA - UFC), d) BHNormais (Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná para calcular balanço hídrico ETP, ETA, EXC, DEF).

O roteiro metodológico que apresenta as referidas etapas de trabalho pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma das etapas da elaboração da pesquisa



Fonte: autora, 2011

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DA PESQUISA - CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS

No âmbito regional, o recorte de estudo integra a Margem Equatorial do Nordeste brasileiro. Adicione-se o fato de que está localizado na porção costeira do litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, geologicamente inserido na bacia sedimentar Potiguar (extremo Nordeste do Brasil), a qual abrange uma área total de 48.000 km², dos quais 21.500 km² encontram-se na área oceânica e 26.500 km² distribuídos entre as cidades de Natal e Fortaleza (IDEMA, 1999). Na área em estudo tem-se a presença de duas unidades morfoestruturais, sendo elas, em ordem decrescente de importância em termos espaciais: o domínio da Chapada do Apodi e o domínio litorâneo e costeiro, representado pelas idades e ambientes (Tabela 3).

Tabela 3: Unidades Litoestratigráficas

IDADE	AMBIENTE
Sedimentar Quaternário	Dunas, praias, estuário e falésias
Sedimentar Tércio-Quaternário	Formação Barreiras
Sedimentar Cretáceo	Bacia Potiguar
Cristalino	Pré-Cambriano

Fonte: Souza (1971)

O domínio da Chapada do Apodi, tem um mergulho suave de 5° em direção ao oceano, é uma chapada na forma de uma *cuesta* em relação à estrutura. Suas camadas sedimentares são levemente inclinadas para o Norte (CLAUDINO-SALES, 2002).

O domínio litorâneo e costeiro é formado por depósitos sedimentares quaternários e Terciários que sustentam os relevos mais recentes: morfologias submersas da plataforma continental, estuário do rio Apodi-Mossoró, falésias, campos de dunas fixas e móveis, lagoas interdunares, tabuleiro costeiro com cotas baixas e dissecadas por vales fluviais. A confluência anastomosada e dendrítica dos padrões de drenagem favorecem o desenvolvimento da planície flúvio-marinha.

Autores como Souto (2002; 2004), Grigio (2003; 2008), e Araújo (2006), ao estudarem as áreas costeiras do Rio Grande do Norte constataram a predominância de processos erosivos e de retrabalho dos sedimentos quaternários costeiros, denotando as intensas modificações morfodinâmicas desses ambientes.

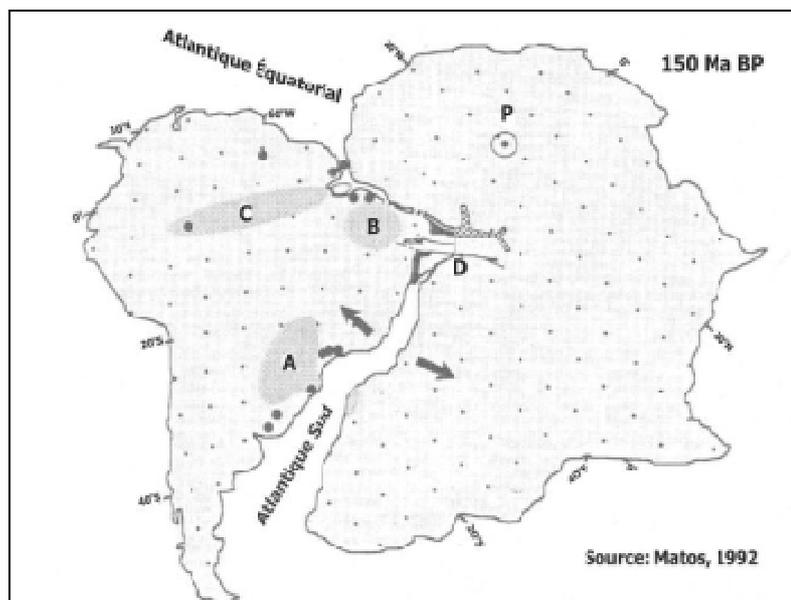
Todos os eventos apresentados estão relacionados a escala geológica de tempo absoluta (Internacional Stratigraphic Chart, IUGS/UNESCO, 2000).

A Bacia Potiguar é preenchida por sedimentos depositados desde o Cretáceo Inferior (135 a 96 Ma) até o período recente (CLAUDINO-SALES, 2002). Neste estudo, apenas o segmento distal da bacia *onshore* é objeto de análise, parte setentrional do Rio Grande do Norte, fortemente afetada por processos regionais, deposicionais e erosivos. Ao longo do tempo geológico a erosão continental desmontou e removeu grande parte dos depósitos mesozóicos envolventes, resultando em formações cretáceas marinhas da costa oriental, chapadas e resíduos tabulares dispostos ao longo da costa setentrional do Rio Grande do Norte.

3. 1 Gênese da Bacia Potiguar e característica geológica

O processo tectônico que originou a bacia iniciou-se no Mesozóico (250 a 65,0 Ma), com a reativação e/ou superimposição de discontinuidades estruturais pré-existentes no embasamento cristalino durante a ruptura do Gondwana no Neocominiano. Esses processos culminaram na separação dos continentes Sul-Americano e Africano e na formação do Oceano Atlântico Equatorial (Figura 2). Durante a divisão do Pangea, a América do Sul individualizou-se em relação à África, o que no Nordeste do Brasil aconteceu só por volta de 100 milhões de anos (MATOS, 2000).

Figura 2: Esboço da divisão da América do Sul



Nota: P - Eixo de rotação. A, B, C - Atividade magmática entre o Jurássico Superior (203 a 135 Ma) e o Cretáceo Inferior (135 a 96 Ma). D - Sítio detalhado. Pontos negros – Sítios de atividade tectônica intracontinental desde o Triássico Superior. Cinza escuro – Bacias intracratônicas das fases rifts. A América do Sul acha-se representada na sua posição atual (Matos, 1992 apud Claudino Sales e Pelvast 2007).

Segundo Claudino Sales (2002) um importante evento associado à primeira fase da separação do Pangea foi o rifteamento de certas parcelas dos terrenos nordestinos, tendo as áreas laterais aos rifts sido soerguidas na forma de ombros de rift. Esse episódio de soerguimento atingiu tanto as rochas sedimentares quanto os terrenos cristalinos, formando blocos compactos de rochas soerguidas, sendo responsável também pelas altimetrias da ordem de 900m no Nordeste brasileiro, nos topos mais elevados (*op cit*). Na sequência, os rifts foram abortados, gerando em seu lugar bacias sedimentares, dentre as quais as mais importantes são a Potiguar (Figura 3), e a do Cariri. Na continuidade do processo evolutivo, através de mecanismos transformantes, isto é, sem deformações geológicas importantes na área continental emersa, os continentes finalmente foram separados (MATOS, 2000), e a zona costeira nordestina foi criada. Portanto, a zona costeira do Nordeste brasileiro foi formada por processos transformantes. O cenário contava com uma litosfera espessa, relevo bastante elevado, muito material à disposição do intemperismo, da variabilidade climática e da erosão (CLAUDINO SALES, 2002).

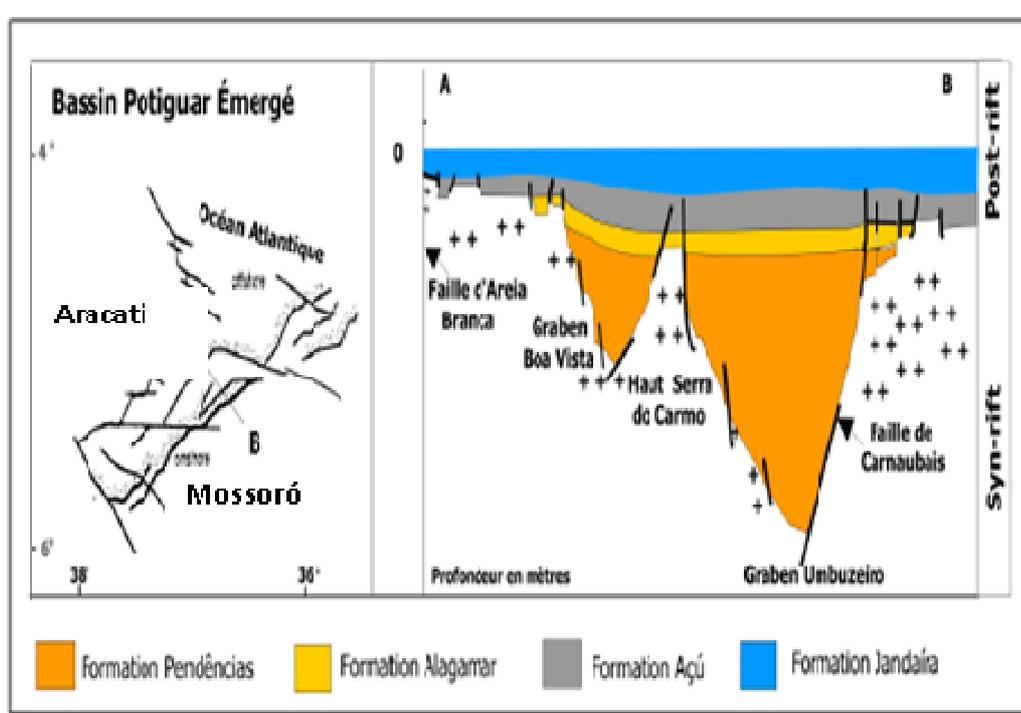
Influenciado pelas idéias de Farias (1997), Silva e Nogueira (1995) apud Araújo (2006) acrescenta:

A Bacia Potiguar passou por vários estágios tectônicos e deposicionais ao longo da sua história geológica, divididos em quatro principais megassequências e grupos de seqüências com sedimentações correlatas: Megassequência Mesozóica Rift (Formação Pendências), Grupo de Sequências Mesozóicas Transicionais (Formações Pescada e Alagamar), Grupo de Sequências Mesozóicas Flúvio-Marinhas Transgressivas (Formações Açú, Ponta do Mel, Ubarana e Jandaíra) e Grupo de Sequências Mesozóicas Flúvio-Marinhas Regressivas (Formações Guamaré, Tibau e Barreiras). Os sedimentos quaternários complementam o último grupo de seqüências, subdivididos em Sequência Quaternária Sub-recente e Sequência Quaternária Recente. A Sub-recente relaciona-se com o processo de sedimentação (Formação Potengi, beachrocks, areias de dunas fixas, cascalheiras e colúvios), enquanto a Sequência Recente é composta por sedimentos que participam dos processos deposicionais atuantes nos dias atuais (leques aluviais, sedimentos de praia recente, dunas móveis, aluviões e manguezais).

O *rift* da Bacia Potiguar tem aproximadamente 6.000m de profundidade, idade neocominiana, (MILANE *et al*, 2000), e através dos processos tectônicos formou um mar interno sem assoalho oceânico (Figura 3). O clima e a sedimentação transformaram esse oceano num pacote sedimentar que deu origem ao calcário da Formação Jandaíra (pós-rift) recoberto por rochas sedimentares Cenozóicas da Formação Barreiras (NETA, 2007). Ao final dessa deposição entraram em ação os períodos glaciais e interglaciais, intensamente presentes no período Quaternário iniciado na era Cenozóica a 66,4 Ma, caracterizando

regressões e transgressões marinhas e possibilitando intensas modificações nesse depósito (MEIRELES, 2002).

Figura 3: Fases de formação da Bacia Potiguar



Nota: Na cor laranja-escuro o rift é de 6000 m de profundidade, representação do Arcabouço estrutural e estratigráfico das seqüências sinrift e pós-rift. Souza (1983), Amaral (1990) *apud* Claudino Sales (2002).

A finalização da sedimentação da Bacia Potiguar é caracterizada pelos litotipos da Formação Barreira, pelos sedimentos de praia e aluviões (Mapa 3). Ocorrendo ao longo da zona costeira do município de Areia Branca em forma de tabuleiro litorâneo, estes denominados de falésias. A idade de deposição desses sedimentos é atribuída ao Plioceno/Pleistoceno (5,30-0,01Ma – ALHEIROS & LIMA FILHO, 1991). De acordo com Mabesoone *et al* (1972), o termo Barreiras foi usado pela primeira vez por Branner, em 1902, para descrever as “camadas variegadas (diversos tipos de coloração do solo) que afloram nas diversas barreiras ao longo da costa”.

Em função desses episódios a área em estudo apresenta uma série de ambientes, tais como: falésias ativas e inativas, planície litorânea, campos de dunas móveis e fixas, tabuleiros, praias, planícies fluvio-marinhas do tipo estuário (Mapa 3), dentre outros, modelados pelos agentes externos (ventos, ondas, correntes, marés, fluxos de matéria e energia ou fluviais) e pelos agentes passivos (cobertura vegetal, morfologia litorânea, depósitos geológicos). Do ponto de vista estrutural a área em estudo corresponde a um

segmento da Bacia Potiguar, mais precisamente o baixo curso do rio Apodi-Mossoró, organizado principalmente em torno de materiais sedimentares recentes.

3.1.2 Evolução recente do baixo curso do rio Apodi-Mossoró

O rio Apodi-Mossoró se insere na segunda maior bacia que deságua no litoral norte potiguar, compondo um conjunto resultante de processos que ocorrem a centenas de quilômetros à montante. Os sedimentos têm sua origem no alto e médio curso, ou seja, com a intemperização das rochas o material é desagregado, transportado e depositado no leito fluvial. Na estrutura cárstica da Chapada do Apodi, boa parte das precipitações alimentam a drenagem subterrânea cuja vazão dinâmica é intermitentemente registrada pelos poços tubulares. O sistema fluvial corta os municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos. A dissecação terciária e até mesmo a pós-pleiocênica escalaram os tabuleiros (LINS e ANDRADE, 2001).

As camadas que delimitam o topo da Bacia Potiguar são: Arenito Açú na base e Calcário Jandaíra como camada superior, estendendo-se por vários quilômetros entre o Estado do Rio Grande do Norte e o Estado do Ceará (Mapa 3). Considerando-se que o clima no Nordeste brasileiro a partir do Cretáceo (135 a 65,0 Ma) era seco (AB' SABER, 1969), pode-se supor que a erosão na área em estudo foi realizada de forma lenta no curso do tempo geológico. Trata-se, portanto, de um rio que tem importância geomorfológica significativa no que se refere à esculturação da paisagem pretérita com episódio de migração do estuário, dos bancos de areia, do campo de dunas móveis ao longo do Quaternário (1,75 a 0,0 Ma) em decorrência da estabilização do nível do mar em sua posição atual, promovendo a formação de barras arenosas próximas à costa e o surgimento de terraços adjacentes e/ou circunvizinhos às zonas estuarinas, que têm o fluxo e o refluxo da água ocorrendo em seus diversos canais.

O rio Apodi-Mossoró na proximidade dos núcleos urbanos de Areia Branca e de Grossos são marcados pelo represamento da água em áreas de salinas e de criação de camarão em cativeiro (carcinicultura). O movimento das marés provoca a mistura das águas do mar com as do curso fluvial e juntas alastram-se pela várzea, aumentando a concentração de sal, submetido à forte evaporação regional. Nessa planície de acumulação flúvio-marinha tal



Universidade Federal do Ceará
 Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental
Mapa 3: Mapa Geológico
 do baixo curso do rio Apodi-Mossoró

DISSERTAÇÃO: ANÁLISE MULTITEMPORAL
 DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO
 DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN
 (1989-2009)

Autora: Alessandra Bezerra da Rocha
 Orientadora: Prof.ª Marta Célia Linhares Sales

Convenções Cartográficas

- Curso de água intermitente
- Rede Viária
- Sedes Municipais

Legenda Temática Sintética

DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS

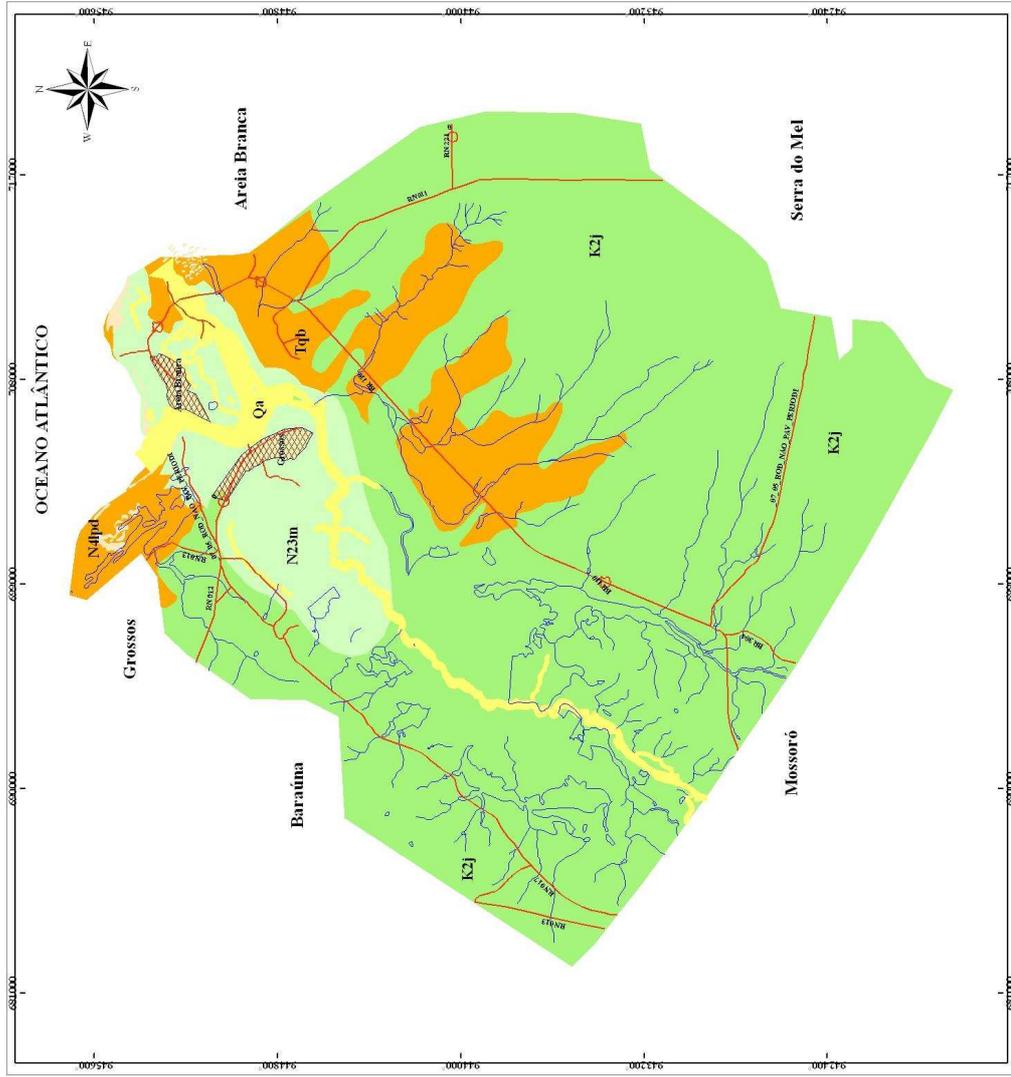
- N4lpd - Depósitos Litorâneos
- Qa - Depósito Aluvionar
- N23m - Depósito de Mangue

DEPÓSITOS TERCIÁRIOQUATERNÁRIOS

- Tqjb - Formação Barreiras

DEPÓSITOS CRETÁCEOS - Bacia Sedimentar do Apodi

- K2j - Formação Jandaíra



Fonte: Carta topográfica - Articulação das folhas topográficas da SERIID (SB-24-X-D-1 e SB-24-X-B-V) Área Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projeção UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° W, 2003) e Mapa geológico da CPDM e UFERN 1:500.000 digitalizado. Elaboração: Alessandra Bezerra da Rocha Orientação: Prof.ª Vanda Claudino Sales

evaporação precipita o cloreto de sódio e incorpora-o ao solo (OLIVEIRA e LEORNADOS, 1943).

A morfologia atual da região permite o ingresso das marés no curso dos rios e gamboas e, por vezes, na fase equinocial, nas barras arenosas, nos terraços flúvio-marinhos e nos terraços estuarinos em algumas áreas. As condições climáticas atuais, associadas à natureza dos sedimentos, aos aspectos da dinâmica oceanográfica e ao suprimento de sedimentos, têm propiciado o desenvolvimento de feições erosivas e construtivas na faixa litorânea. Essas instabilidades podem ser percebidas pela progradação da linha da costa na parte setentrional do município de Areia Branca, por meio da formação de extensos depósitos arenosos e areno-argilosos com superfície plana a suavemente ondulada; barra arenosa; zonas de estirâncio e dunas costeiras.

3.2 Contexto hidroclimático

Segundo Sales (2003) através do estudo hidroclimático de uma região é possível compreender o clima pela dinâmica regional, pelas tendências indicadas em sua variação e pelos aspectos do potencial de erosão de suas terras.

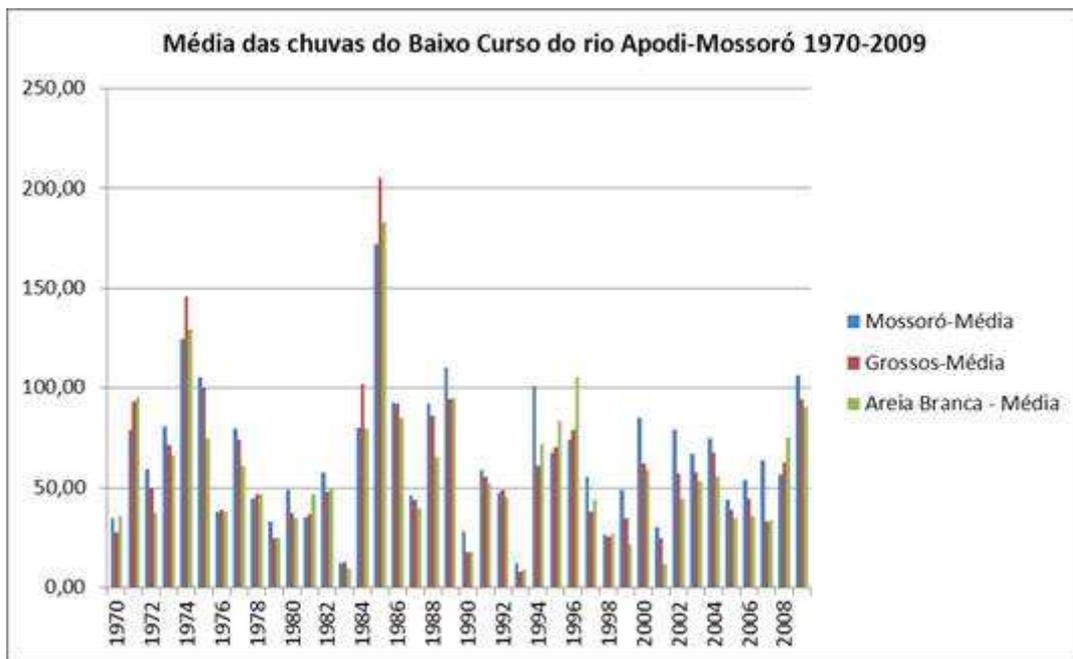
O clima impôs a esse território, sem dúvida, algumas restrições. Grande parte do Estado enquadra-se no clima semiárido, caracterizado pela cobertura vegetal pertencente ao domínio da Caatinga, insulada entre a Chapada do Araripe (800m a 1100m) e o Planalto da Borborema (670m a 1100m).

A região em estudo se insere no trópico semiárido nordestino, onde a normal pluviométrica varia de 400 mm a 600 mm, como nos anos de 1899, 1917, 1921, 1961, 1964, 1965, 1974, 1985 e 1989, enquanto em outros anos não chega a atingir 200 mm anuais, como nas grandes secas de 1898, 1900, 1903, 1919, 1953 e 1958 (SERHID, 1998), como pode ser percebido na figura 5. As secas periódicas assumem a característica de catástrofes em decorrência da densidade demográfica e da dependência da agricultura e da pecuária. As secas cíclicas e de intensidades variáveis têm reflexos na sociedade e no meio natural.

Geralmente, a estação chuvosa tem início em fevereiro, com máxima ocorrendo no mês de abril. O trimestre mais chuvoso inclui os meses de fevereiro, março e abril. Essa sazonalidade está relacionada aos sistemas atmosféricos e oceânicos que atuam principalmente devido à baixa latitude, às estabilidades atmosféricas no período de inverno e primavera, e às instabilidades no período sazonal do verão e do outono, com ocorrência de

chuvas concentradas em três meses do ano. Analisando-se os indicadores da evaporação, tem-se que a região, caracteriza-se por ter valores médios anuais de evaporação na ordem dos 2.077,6mm. No tocante a insolação apresenta uma variação anual entre 2.600 e 3.000 horas de sol. A média das chuvas no baixo curso do rio Apodi-Mossoró nos últimos 40 anos mostra uma concentração entre 50 e 100 mm, atingindo 210 mm apenas no ano de 1985, ano extremo chuvoso (Gráfico 1).

Gráfico 1: Média das chuvas no baixo curso do rio Apodi-Mossoró



Fonte: EMPARN (1970-2009)

A dinâmica das chuvas sofre influência dos sistemas atmosféricos e oceânicos:

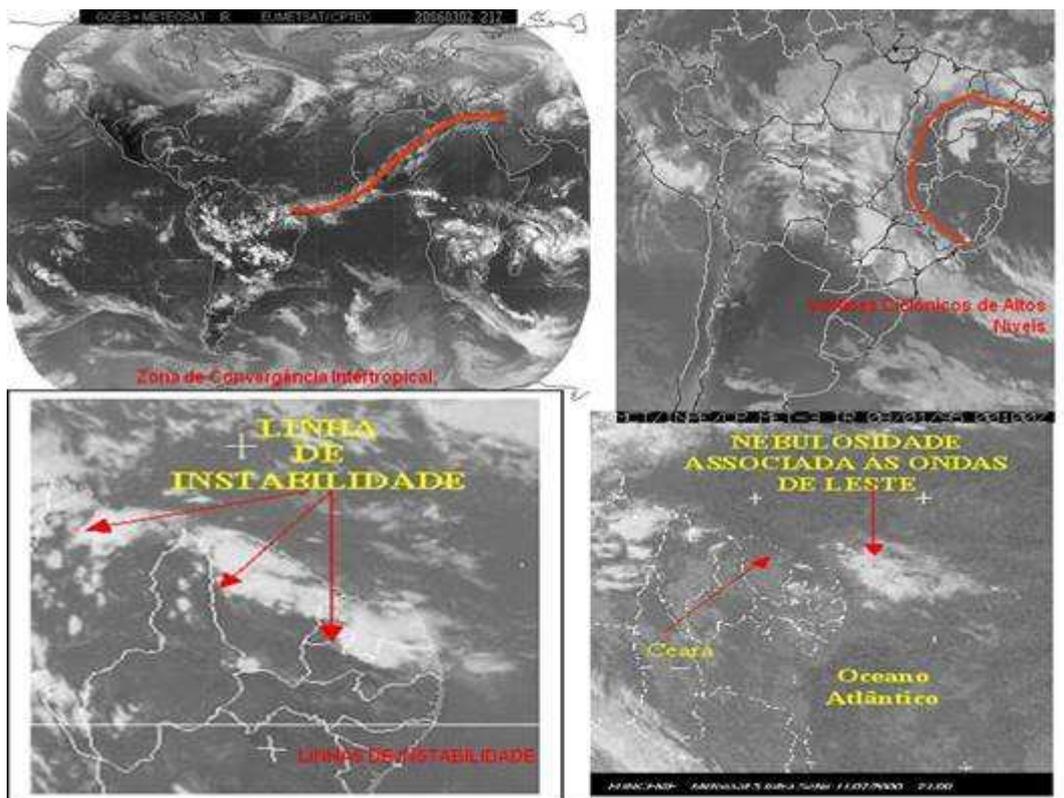
- ✓ Zona de Convergência Intertropical - ZCIT ou ITCZ – fenômeno de grande escala, é uma extensa região de convergência de 3 a 5 graus de largura dos ventos alísios do Nordeste, oriundos do sistema de alta pressão ou anticiclone subtropical do hemisfério norte e dos ventos alísios do Sudeste, provenientes da alta subtropical do hemisfério Sul. A ZCIT é o principal sistema atmosférico.
- ✓ Vórtice Ciclônico de Ar Superior – VCAS – fenômeno de mesoescala do sistema meteorológico de origem tropical, conhecido também como Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN's – formado no oceano Atlântico entre os meses de novembro e março, mas com maior frequência nos meses de janeiro e fevereiro. Na sua borda (região de baixa pressão), zona periférica do vórtice e marcada por nuvens provocadoras de chuva, o centro (região de

alta pressão) caracteriza-se por apresentar movimentos de ar de cima para baixo, aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens.

✓ Linhas de instabilidade são fenômenos meteorológicos de mesoescala que ocorrem no período do verão-outono (entre os meses de novembro e março). As linhas de instabilidade que atuam no setor setentrional do Rio Grande do Norte são geradas pelos efeitos de brisas marítimas e pelas linhas de convergência da ZCIT.

✓ As ondas de Leste são sistemas que se deslocam de Leste para Oeste, a partir da costa da África até atingirem o Nordeste setentrional. Esses sistemas de mesoescala provocam chuvas principalmente na Zona da Mata, que se estende do Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte. Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis também provocam chuvas no Rio Grande do Norte, nos meses de junho, julho e agosto. A figura 4 evidencia as características apresentadas.

Figura 4: Imagem dos sistemas atmosféricos



Fonte: INPE (2010).

Sistemas Oceânicos:

✓ El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento em nível mundial, afetando, assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Já a La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao EL Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical (CPTEC, 2010).

Esses sistemas influenciam, temporal e espacialmente, a distribuição pluviométrica e auxiliam no conhecimento dos padrões predominantes de precipitação em diferentes escalas, no planejamento dos recursos hídricos, nos estudos hidrológicos, no planejamento urbano e agrícola, entre outros fatores.

O regime térmico da região é caracterizado, basicamente, por temperaturas elevadas e amplitudes térmicas reduzidas. A temperatura média anual gira em torno de 27°C. Julho é o mês mais frio, com média de 26,5° C. As temperaturas máximas e mínimas do ar têm valores médios iguais a 33,3°C e 22,7°C, respectivamente (IDEMA, 1999). Isto está relacionado à baixa latitude e à ausência de fatores geográficos influenciadores. Os ventos predominantes na região são de E-SE e tem velocidade média anual de 4,0 m/s.

Para esta pesquisa a classificação climática dos índices de umidade, índice de aridez e do índice efetivo de umidade, levou em consideração a série de 40 anos (1970-2009), de apenas três, dos quatro municípios inseridos no baixo curso¹: Mossoró (posto pluviométrico lat: 5°11'15''S long:37° 20 '39''W, alt 115), Grossos (posto pluviométrico lat: 4° 58'47''W long: 37° 09' 17''S alt 104) e Areia Branca (posto pluviométrico lat 4° 57' 22''S long: 37° 08' 13''W alt 5) de acordo com a metodologia de Thornthwaite (1948) Os valores negativos apresentados na tabela 3 indicaram que o grupo climático característico da área em estudo é o semiárido.

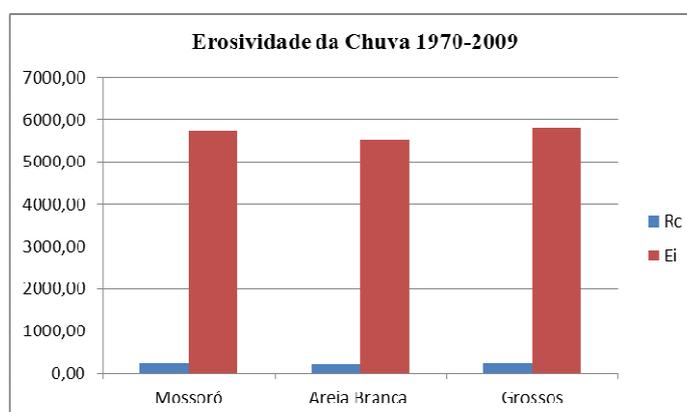
¹ Os dados do posto pluviométrico da EMPARN referente ao município de Serra do Mel estão incompletos, constando apenas a partir de 1993, sendo que nos anos de 1995, 96, 97, 2000, 2001, 2002, 2005 e 2006 não constam dados, não sendo possível incluí-los nesta análise.

Tabela 4: Resultado da classificação climática para o baixo curso

Municípios	Índices	Resultados
Mossoró	Índice de Umidade	9.4
	Índice de Aridez	- 63.7
	Índice Efetivo de Umidade	-47.6
Grossos	Índice de Umidade	4.9
	Índice de Aridez	-66.5
	Índice Efetivo de Umidade	-44.8
Areia Branca	Índice de Umidade	4.5
	Índice de Aridez	- 66.8
	Índice Efetivo de Umidade	-44.5

Fonte: dados da pesquisa (1970-2009).

Para o cálculo do potencial erosivo da chuva (Ei) e da sua capacidade de provocar erosão (Rc), utilizou-se Melo (2008) e Rocha (2010). A partir das médias dos anos-padrão (1970, 1982, 1993, 2000, 2009), obtiveram-se na área em estudo dois tipos de erosividade média: (5.747 Mj.mm/ha.h.ano) município de Mossoró; e (5.618 Mj.mm/ha.h.ano) para Grossos, enquanto que Areia Branca apresentou erosividade baixa (5.358 Mj.mm/ha.h.ano). Conforme demonstrado no gráfico 2 e na tabela 4. Segundo Crepani *et al* (2008) a causa principal da erosão hídrica, seja laminar, em sulcos ou ravinas, é a ação da água da chuva (agente ativo) sobre o solo² (agente passivo).

Gráfico 2 Erosividade da chuva 1970-2009

Fonte: dados da pesquisa.

² O termo erodibilidade refere-se a capacidade de um determinado solo resistir a erosão, as condições internas ou intrínsecas e as características físicas e químicas, bem como as condições externas

Sabendo-se que as chuvas na área da pesquisa concentram-se apenas na quadra chuvosa, a média mensal do índice de erosão (E_i) será efetiva nos meses de fevereiro, março, abril e maio, enquanto os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro, com menor volume de precipitações, caracterizam-se como erosividade débil, conforme referia na tabela 5.

Tabela 5: Qualificação da Erosividade

<i>Qualificação da erosividade</i>	<i>Intervalos de R (Mj.mm/ha.h.ano)</i>
baixa	$R \leq 5.371$ B
moderadamente baixa	$5.371 < R \leq 5.614$ M
média	$5.614 < R \leq 5.857$
moderadamente alta	$5.857 < R \leq 6.100$ M
alta	$6.100 < R < 6.343$ A

Fonte: Melo (2008).

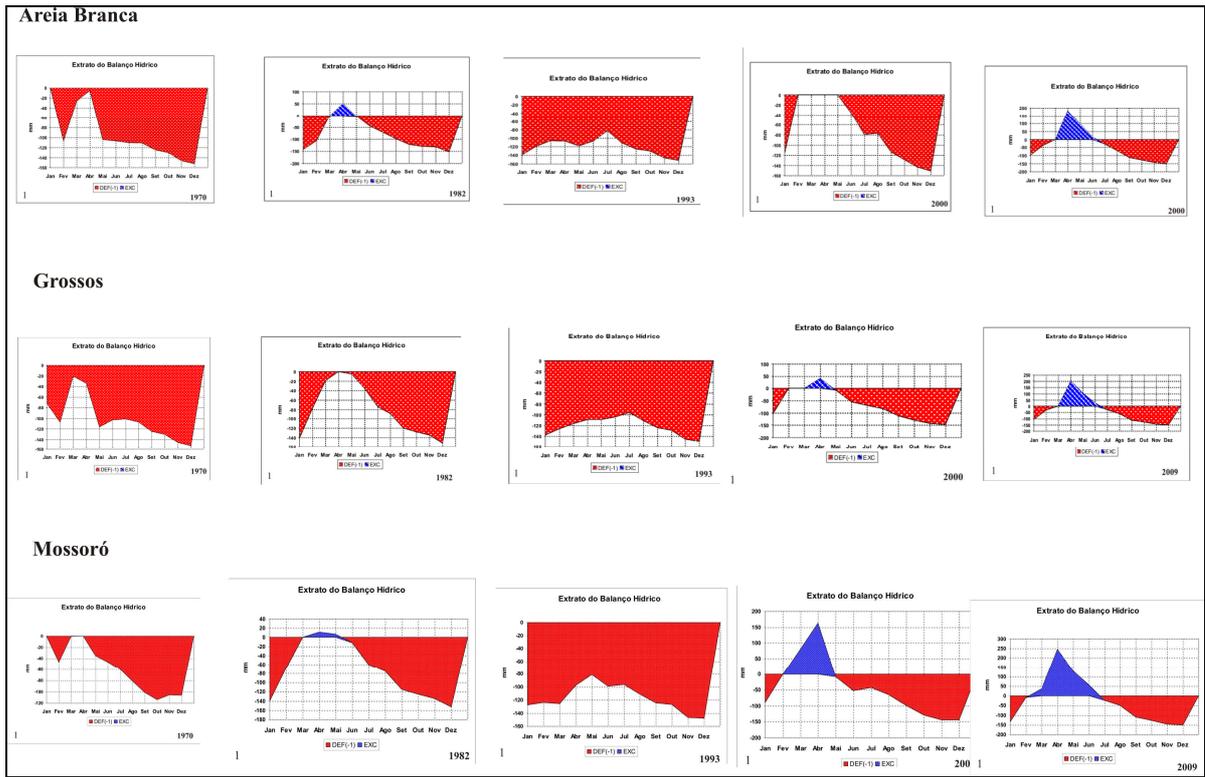
De acordo com os resultados obtidos no cálculo do Balanço Hídrico foi possível estimar o armazenamento médio de água no solo, através da estimativa da Evapotranspiração Real (ETR), da Deficiência Hídrica (DEF), do Excedente Hídrico (EXC), do Armazenamento de Água no Solo (ARM) e da Capacidade de Água Disponível (CAD). Isto por que:

O estudo do balanço hídrico leva em conta, não apenas o comportamento dos componentes atmosféricos, como também aqueles relacionados com as características do solo e da vegetação, contabilizando assim, toda a água envolvida no sistema solo-atmosfera. Fornecendo ainda, informações relevantes acerca do comportamento dos regimes anual e interanual e da disponibilidade teórica de água no sistema (SALES, 2003).

O resultado do balanço hídrico para o baixo curso do rio Apodi-Mossoró na série citada indicou:

i) disponibilidade hídrica regional (Gráfico 3) apenas na quadra chuvosa nos anos 1982 e 2009 (fev/mar/abr/maio), e deficiência hídrica em 1970, 1993 e 2000;

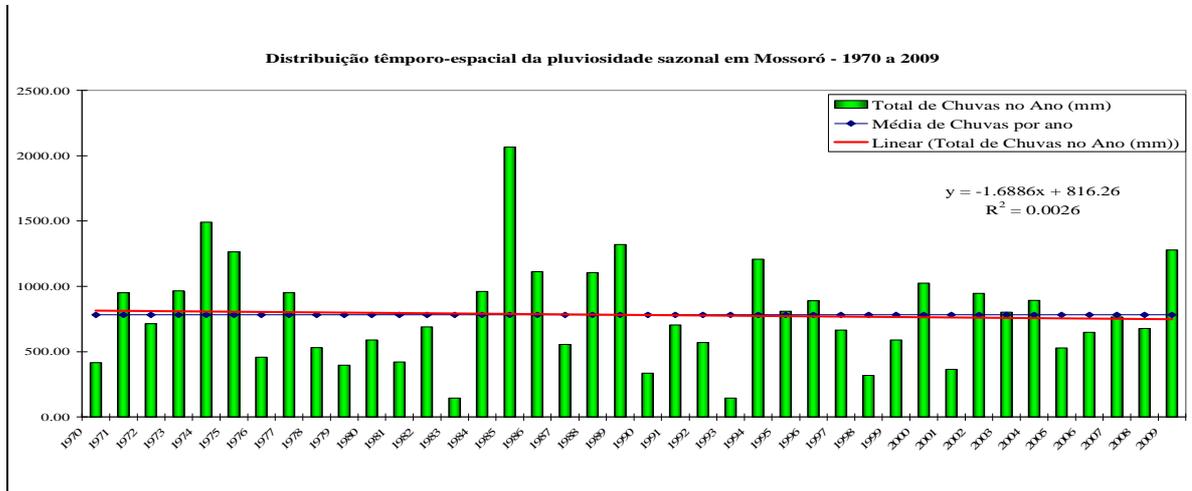
Gráfico 3: Extrato do balanço hídrico para o baixo curso



Fonte: dados da pesquisa.

ii) períodos secos, podendo-se quantificar e qualificar seus efeitos sobre a agricultura, com redução da produção ocasionando impactos sociais e econômicos significativos, como nos anos extremo seco a seco (1970, 1976, 1979, 1980, 1981, 1983, 1990, 1993, 1997, 1998, 1999, 2001, 2005, 2007). Tomando o exemplo de Mossoró (Gráfico 4), percebe-se uma pequena redução no índice (R^2), sendo a média nestes quarenta anos de 781 mm;

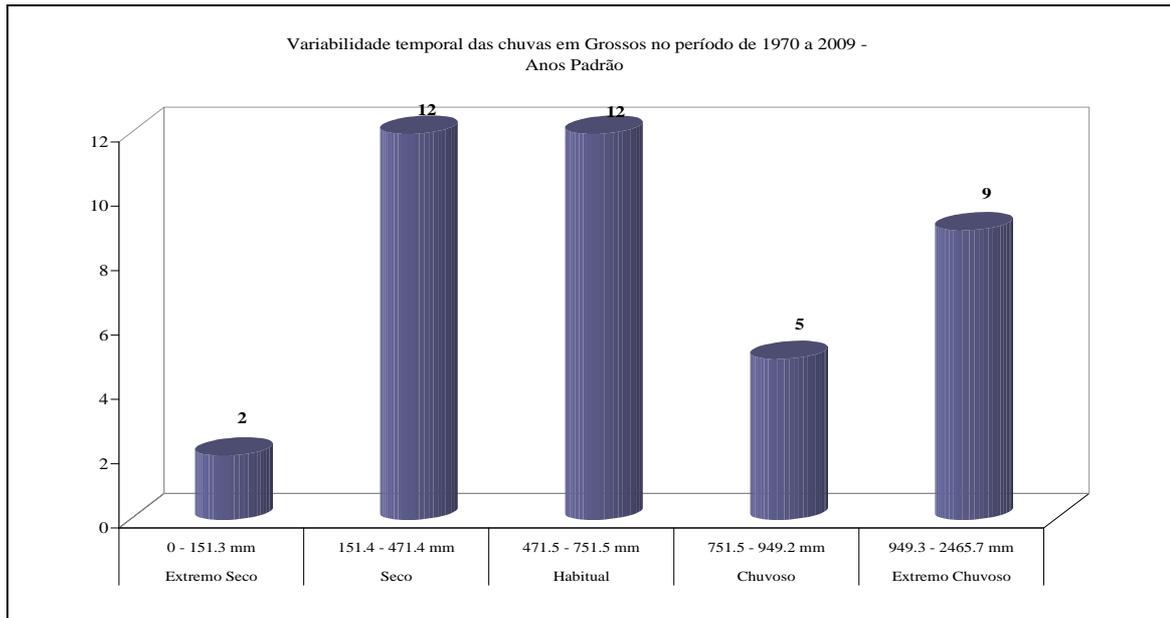
Gráfico 4: Distribuição têmporo-espaical da chuva em 40 anos- Mossoró



Fonte: Rocha, 2010

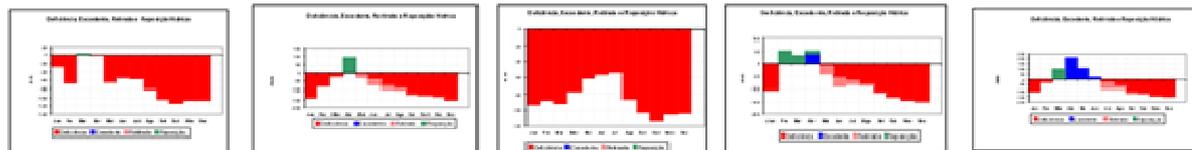
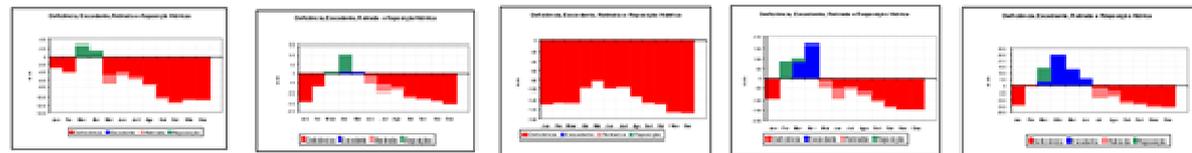
iii) comparação entre os “anos-padrão” (extremo seco, seco, habitual, chuvoso e extremo chuvoso), considerando a média e o desvio padrão como critério para a classificação dos anos extremos e da variabilidade temporal das chuvas, conforme gráfico 5. Tomando o exemplo da Estação pluviométrica de Grossos, constataram-se 12 anos habituais, 14 anos entre secos e extremos secos e 14 anos chuvosos e muito chuvosos;

Gráfico 5: Variabilidade temporal com o número de anos seco, habitual, chuvoso e extremo chuvoso



Fonte: Rocha, 2010.

iv) avaliação das deficiências, do excedente, da retirada e da reposição hídrica, permitindo estudos sobre a estação seca (em média com sete meses), expressa pelo número de meses secos; já o excedente hídrico representa, do ponto de vista teórico a água disponível para o escoamento após a saturação do solo, apenas na quadra chuvosa, exemplificado pelo gráfico 6

Gráfico 6: Avaliação DEF e EXC hídrico para o baixo curso do rio Apodi-Mossoró**Areia Branca****Grossos****Mossoró**

Fonte: dados da pesquisa

O cálculo do balanço hídrico para os anos-padrão em estudo permitiram verificar os índices climáticos e a água disponível no solo. Na tabela 6 tem-se uma síntese dos resultados apresentados anteriormente, percebe-se que quando a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial ($P > ETP$) diz-se que há um excedente hídrico (EXC), e quando a precipitação é menor que a evapotranspiração potencial ($P < ETP$) há um déficit hídrico (DEF). A disponibilidade hídrica para o ambiente está equilibrada quando o valor da precipitação é igual a evapotranspiração potencial ($P = ETP$).

Tabela 6: Balanço hídrico climatológico da média dos anos padrão

<i>Anos-Padrão</i>	<i>Mossoró</i>	<i>Areia Branca</i>	<i>Grossos</i>	<i>EXC</i>	<i>DEF</i>
1970 (Extremo Seco)	(P) = (ETP)	(P) = (ETP)	(P) < (ETP)	Não	Sim
1982 (Seco)	(P) > (ETP)	(P) > (ETP)	(P) > (ETP)	Sim	Sim

1993 (Habitual)	(P) < (ETP)	(P) < (ETP)	(P) < (ETP)	Sim	Sim
2000 (Chuvoso)	(P) > (ETP)	(P) < (ETP)	(P) > (ETP)	Sim	Sim
2009 (Extremo Chuvoso)	(P) > (ETP)	(P) > (ETP)	(P) > (ETP)	Sim	Sim

Fonte: dados da pesquisa

Na área da pesquisa estes dados estão relacionados com a distribuição da vegetação, com o padrão de drenagem, com o regime térmico e hídrico, uma vez que foi encontrada água armazenada no perfil do solo passível de ser utilizada de diversas formas na interface solo-atmosfera. Essas informações são úteis na tomada de decisão com relação a algumas práticas agrícolas, entre elas o preparo e manejo do solo, a semeadura, a colheita, o planejamento do recurso hídrico e o agrometeorológico. Em relação ao número de meses secos (Gráfico 6), emitindo respostas tanto da erosão na faixa de praia quanto do comportamento do campo de dunas móveis.

O comportamento pluviométrico com um período chuvoso (primeiro semestre) e um período seco (segundo semestre) ocasionam a mobilização de uma maior quantidade de sedimentos nos períodos secos, pois é nesse período que vão atuar mais intensamente os ventos alísios de SE que caracterizam, de maneira geral, a formação e a migração dos campos de dunas e a permanência de areias mais secas nos campos dunares devido às baixas precipitações.

Segundo Ab'Saber (2003), a origem do sertão semiárido reside num complexo feixe de atributos: climático, hidrológico e ecológico.

Tendo em vista os resultados, percebe-se que o tipo climático da área em estudo potencializa o desenvolvimento de determinadas atividades econômicas, que por sua vez impulsiona a dinâmica socioeconômica da região. Dentre estas atividades destaca-se a produção de sal, que tem demanda de altas temperaturas, baixo teor de umidade, elevada evaporação, baixas precipitações, intensa radiação solar, ventos constantes e velozes, relevo plano e solo impermeável gerando condicionantes a forma de uso e ocupação do espaço.

3.3 Características pedológicas e recobrimento vegetal

A área em estudo apresenta cinco tipos de solos, sendo sua associação (Figura 4) e origem relacionadas ao tipo litológico do substrato existente e a fatores como clima, relevo e vegetação local.

Segundo a nova classificação da EMBRAPA (2005) os cinco tipos/associações de solos (Figura 5) encontradas na região são:

- latossolo vermelho-amarelos (LVe2) – caracterizado por textura argilosa, solo profundo, arenoso, bem drenado, poroso a friável, permeável, com baixo teor de matéria orgânica e predomínio de ácido a fortemente ácido. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, subcaducifólia e subperenifólia. As principais culturas são feijão e mandioca, além de culturas de ciclo longo, como algodão arbóreo, sisal, caju e coco.

- gleissolo sálicos (SK1) – caracterizado por solos arenosos, alcalinos, textura indiscriminada, fases de campos de várzeas e relevo plano. Em relação à área em estudo este solo encontra-se na planície flúvio-marinha.

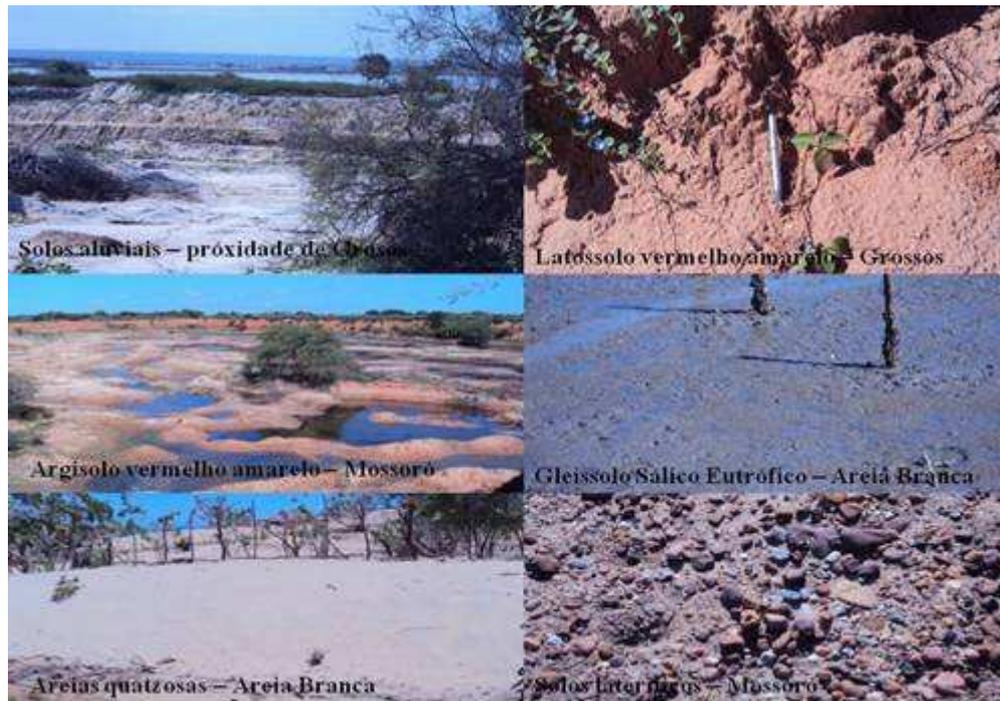
- planossolos háplicos (AMd) – solos salinos, de rasos a profundos, bem drenados, fraco e/ou moderado, textura argilosa. Caracterizados essencialmente por sua alta fertilidade, formados sobre relevos planos a partir de rochas como calcário, granito e magmático. Apresentam normalmente horizonte sódico e crostas superficiais, sais cristalinos no período seco e possuem limitações de moderadas a forte no que se refere ao uso agrícola, principalmente a drenagem deficiente e a salinidade. Relevo plano representado pela planície fluvio-marinha.

- argissolo vermelho-amarelos (LVE3 – PE13) – de média profundidade a profundo, de fortemente a moderadamente drenado e de baixo teor de matéria orgânica. Apresentam perfis bem diferenciados de textura arenosa em superfície e média a argilosa em profundidade, forte a moderadamente drenados, com teores de matéria orgânica e alta fertilidade, com grande potencial agropecuário.

- chernossolos rëndizicos (LVE2) – solo raso, moderado, imperfeitamente drenado, calcário alcalino, apresenta alta fertilidade e uma textura argilosa. Relevo plano e caatinga hiperxerófila, derivado da Bacia Potiguar.

Percebe-se que na área em estudo os tipos de solos e suas associações permitem inferir que, de modo geral, há o predomínio de solos de média a alta fertilidade, ricos em nutrientes e utilizados para produção agrícola, com exceção do gleissolo devido a alta concentração de sais.

Figura 5: Tipos/Associações de solos no baixo curso do rio Apodi-Mossoró



Fonte: ROCHA, A. B. 2010.

A cobertura vegetal é um fator extremamente importante na manutenção dos recursos naturais renováveis. Além de exercer papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduzindo o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica (BELTRAME,1994).

Na área em estudo encontram-se vários tipos de vegetação, segundo Andrade Lima (1981): na porção centro-sul a caatinga hiperxerófila e os carnaubais são predominantes. O domínio da caatinga se caracteriza por vegetação arbórea aberta nas áreas pediplanadas, de caráter seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte baixo e espalhadas, entremeadas de plantas suculentas e estrato herbáceo estacional. Há, também, o parque de caatinga, que é antrópico, resultante do desflorestamento de vales e depressões mais úmidas, ficando, em geral, o *Ziziphus* (Juazeiro), *Cydonia oblonga* (Marmeleiro), *Mimosa tenuiflora* (Jurema-Preta), *Mucuna pruriens* (Mufumbo), *Cnidoscolus phyllacanthus* (Faveleiro), *Pilosocereus gounellei* (xique-xique), *Pilosocereus pachycladus* (Facheiro) e *Copernicia Cerifera* (Carnaúba) como espécies arbóreas sobre gramíneas lenhosas temporárias, além de vegetação natural representada por palmeiras e carnaúba. A vegetação nativa foi removida, resistindo apenas as *Copernicia prunifera* (Carnaúbas) e algumas espécies da caatinga como *Piptadenia*

stipulacea (Jurema) e o *Cronton sonderianus* (Marmeleiro). O *Batis maritima* (Pirrichiu) aparece com grande freqüência, o que demonstra a influencia salina nesse ecossistema como também o *Rhynchospora globosa* (Junco ciperácea).

Nas áreas da Formação Barreira, de influência marinha, revestindo praias e dunas, aparecem fisionomias relacionadas à vegetação arbórea, arbustiva e herbácea (RADAMBRASIL, 1981). Na sua porção nordeste a vegetação litorânea de mangue sofre influência direta das marés, sendo representada pelo ecossistema manguezal e pela vegetação halófila.

No setor estuarino (Figura 6) existe uma rala franja vegetal com espécies predominantemente do ecossistema manguezal distribuídas de acordo com os sedimentos e a taxa de salinidade. Nos setores mais altos com presença de sedimentos arenosos identificou-se o mangue *Conocarpus erectus*. Nos setores lodosos de sedimentos mais finos a presença de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e em maior quantidade *Avicennia schaueriana*, comprovando a acentuação de sais devido ao lançamento de águas hipersalinas na desembocadura. As plantas de mangue apresentam porte arbustivo com média de cinco metros de altura, e são conhecidos como mangues nanicos devido à influência do clima semiárido na região. O processo de zonação das espécies encontram-se de forma irregular, comprovando a forte pressão de uso sobre o ecossistema.

Figura 6: Ecossistema Manguezal em Grossos e Areia Branca



Fonte: MONTE, W. S. 2011

Este ambiente estuarino é uma ampla planície aluvionar em uma área de transição, zona de sedimentação continental e marinha. Representa um estuário salino afogado, na área de domínio do Calcário Jandaíra, com transição para o Grupo Barreiras, que representa as partes mais altas do relevo. É uma área sedimentar fortemente degradada em virtude da instalação e exploração petrolífera, sendo possível visualizar facilmente a presença de “cavalos” de bombeamento de petróleo distribuídos por toda a região (Figura 7).(ROCHA *et al*, 2009).

Figura 7: Estuário do Apodi-Mossoró do tipo afogado



Nota: ao fundo da imagem cavalos de bombeamento num extenso campo de exploração petrolífera. Fonte: ROCHA, A. B (2011).

A vegetação halófila tem uma alta tolerância para viver em solos com grande concentração de sais. Caracteriza-se pela vegetação herbácea e rasteira (pirrixiu e bredo, associados com carnaubais- planície fluvial). Já os ambientes formados durante as transgressões e regressões marinhas (planície flúvio-marinha) nos vales sublitorâneos mais bem talhados, criou uma idade específica para o manguezal, pois este só surgiu quando os mares costeiros desceram para posições mais próximas da atual. Portanto, sem água salina não se formam planícies fluvio-marinhas com manguezais.

A vegetação na área de estudo foi quase completamente descaracterizada em virtude da substituição da vegetação nativa pela algaroba³ (Figura 8, *Prosopis Juliflora*).

³ Esta planta foi introduzida no semiárido nordestino na década de 40 no interior e no litoral, pois se buscava soluções para o problema da seca, apresentada e difundida como uma promissora alternativa econômica, uma vez que se adapta em regiões semiáridas, por ser espécie de uso múltiplo, produtora de lenha, madeira, forragem, alimento para o gado e outros produtos, causa sérios impactos tanto na estrutura, quanto na diversidade biológica da comunidade, mudando o componente arbustivo arbóreo da caatinga (PEGADO *et al*, 2006)

Figura 8: Vegetação de Algaroba (*Prosopis Juliflora*)



Nota: áreas degradadas inibindo a regeneração da vegetação nativa reduzindo a biodiversidade. Fonte: MONTE, W. S. 2011.

A espécie foi sendo disseminada de forma desordenada sobre extensas áreas, o nicho preferencial da planta são as áreas de matas ciliares, as manchas de solos neossolos flúvicos e as áreas sedimentares, estas com forte presença populacional.

Portanto, a vegetação na área de estudo demonstra a inter-relação entre clima, vegetação e solo, predominando espécies xerófilas, hiperxerófila e caducifólias de porte arbóreo, arbustivo ou arbóreo-arbustiva, adaptadas a lugares secos.

4 UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN

A análise dos vários aspectos físicos da área de estudo (formas de relevo, do material de cobertura superficial e dos processos geomorfológicos) possibilitou a identificação dos quatro geoambientes: Planície Litorânea, Planície Flúvio-Marinha, Tabuleiro e Chapada do Apodi. Nesta compartimentação foram utilizados dados dos estudos realizados por Baccaro (2006) e Rocha *et al* (2009).

4.1 Planície Litorânea

Segundo Vital (2006) a zona costeira do Estado do Rio Grande do Norte perfaz uma extensão de 410 km de costa, constituída predominantemente por praias arenosas (72%) e falésias ativas da Formação Barreiras (26%).

A faixa litorânea influenciada pelo estuário do Apodi-Mossoró vai desde Grossos até Areia Branca, comportando diversas praias (Pernambuquinho, Redonda, Cristóvão, Ponta do Mel, Upanema, Porto do Manguê, Rosado e Pedra Grande). Os depósitos de praias ocorrem na transição continente-oceano, e são constituídos de areias finas a grossas, com níveis de cascalho associados aos afloramentos de arenitos e conglomerados carbonatados formando os cordões de *beachrocks*, além da presença de recifes de arenito na forma de franjas. Compreende as seguintes unidades morfológicas: praias, dunas e planície flúvio-marinha.

Praias – as praias representam a faixa de areia e alguns setores adjacentes. É formada por três domínios: antepraia (infralitoral), praia (estirâncio, litoral), pós-praia (supralitoral). Antepraia (*nearshore*): o segmento acha-se permanentemente imerso e em condições pouco profundas encontra-se a zona de arrebentação, que pode ser suave ou inclinada em função dos sedimentos, das ondas e da topografia. É comum encontrar barras litorâneas (*sand bare*) resultantes do impacto das ondas, cuja energia é muito acentuada e com grande potencial erosivo. Praia (*foreshore*): banda de terra coberta pela maré, local de espraiamento das ondas (*swash zone*). As ondas trazem sedimentos (*uprush*) e retiram sedimentos (*backwash*). Esses movimentos indicam se as praias estão erodindo (recuando) ou progradando.

Na porção setentrional do município de Grossos, encontramos a praia de Grossos. Nessa praia é proibido pescar e tomar banho devido aos muitos tanques de salinas que existem na região e ao intenso transporte de passageiros e carros através de balsas que adentram o

estuário rumo ao município de Areia Branca. Já em Areia Branca a praia de Upanema, a mais próxima do núcleo urbano, observa-se em sua estrutura arrecifes em formato de franja, formados por conglomerados do grupo barreiras que adentram o mar, com linhas de fraturas, nos quais também foi possível observar a presença de seixos rolados. Nos arrecifes predominam as algas clorofíceas (Figura 9).

Figura 9: Praia de Upanema município de Areia Branca



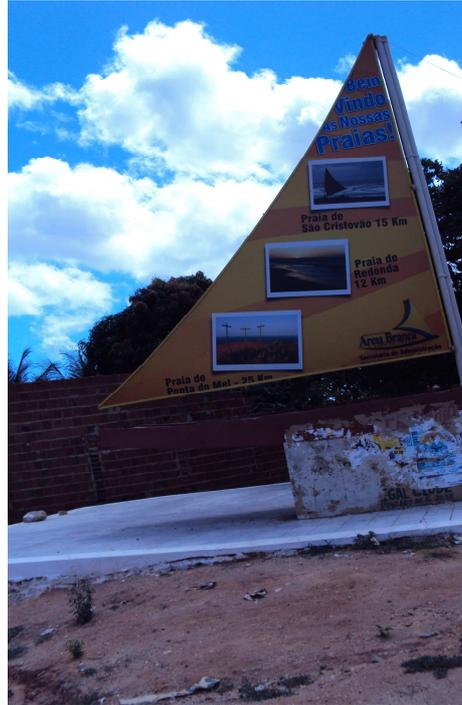
Nota: seixos rolados e arrecifes. Fonte: MONTE, W. S. (2011).

As praias do município de Areia Branca: (1) Redonda, Baixa Grande, Ponta do Mel e Morro Pintado são ambientes dominados por dunas. (2) Praia de Upanema, dominada por dunas e recifes. A praia do (3) Cristóvão é um ambiente dominando por dunas e falésias. Todas fazem parte do Polo Costa Branca⁴, polo turístico criado pelo Governo do Estado e pela Secretaria de Turismo para desenvolver e expandir o turismo no Rio Grande do Norte (Figura 10).

As principais características das praias em estudo são: erosão, estabilidade e progradação. Diz-se que uma praia está erodindo quando a taxa de remoção de sedimentos é maior que a de deposição. Inúmeros são os fatores que causam esse desequilíbrio, tais como tempestades, elevação do nível relativo do mar, falta de suprimento de sedimentos, correntes paralelas à costa, interferências de obras costeiras no balanço de sedimentos, urbanização, concentração de energia das ondas por efeito da refração controlada pela topografia do fundo marinho, entre outros. Na área em estudo esta é comandada pela subida natural do nível do mar e pelas formas inadequadas de ocupação da faixa litorânea.

⁴ O Polo Costa Branca investe no turismo arqueológico, de aventura, cultural e rural. Cidades envolvidas: Apodi, Areia Branca, Assú, Caiçara do Norte, Carnaubais, Galinhos, Grossos, Guamaré, Itajá, Macau, Mossoró, Pendências, Porto do Mangue, São Bento do Norte, São Rafael, Serra do Mel e Tibau. http://www.polocostabranca.com.br/costa_branca/

Figura 10: Entrada para as praias de Ponta do Mel, Redonda, Cristovão



Nota: Município de Areia Branca - BR 110. Fonte: ROCHA, A.B. 2011.

A estabilidade costeira é quando a praia nem está progradando nem erodindo. Progradação é a mudança de alinhamento dos seguimentos praias ou engorda a partir da deriva litorânea que produz deposição de sedimentos arenosos com conseqüente alargamento do sistema praias desde o campo de dunas até a antepraia.

Nas praias de Grossos e Areia Branca percebe-se um forte estágio de progradação e erosão (Figura 11). O monitoramento dessa instabilidade é vital para a gestão do meio ambiente e faz parte do conjunto de tarefas e atividades que contribuem para o gerenciamento costeiro, sendo possível analisar a evolução e o recuo da linha de costa.

Figura 11: Foz do Apodi-Mossoró



Nota: Evidência de condições de progradação e erosão da faixa de praia entre os municípios de Areia Branca e Grossos-RN. **Fonte:** Prefeitura de Areia Branca, Plano Diretor, imagem Quickbird de 20 de janeiro de 2005.

Falésias são formas de relevo de idade terciócuaternária, um paredão vertical modelado pela ação das ondas em rochas ou materiais friáveis ao nível da praia. No Nordeste brasileiro são formas costeiras elaboradas pelas ondas no mesmo material que sustenta os tabuleiros costeiros – no caso, a Formação Barreiras, sua altitude varia entre 10 e 20 metros na área da pesquisa. Devido à ação das ondas está sempre recuando, sendo esse recuo chamado de solapamento basal ou gruta. (Figura 12).

Figura 12: Falésia desenvolvida sobre sedimentos friáveis



Nota: arenitos e argilitos, da Formação Barreiras. Exemplo de processo erosivo, com formações de grutas, no Município de Areia Branca as falésias tem altitude de até 20m. **Fonte:** ROCHA, A.B. (2010).

Campos de dunas móveis: são formas de acumulação de areia pela ação dos ventos e cobrem uma área aproximada de 200 km² numa faixa irregular. Na área em estudo apresentam uma morfologia predominantemente convexa em forma de dunas barcanas cujas pontas indicam a direção do vento de cordões dunares (barcanoides) (Figura 13).

Figura 13: Praia do Cristóvão em Areia Branca



Nota: sistema de dunas barcanas, formadas pela ação do vento. Fonte: ROCHA, A. B. (2010).

Quanto à dinâmica, as dunas podem ser fixas, móveis, semifixas ou edafizadas. Na área há predominância das dunas móveis, as dunas fixas compõem-se de areias finas e médias, areias quartzosas pouco consolidadas e inconsolidadas, avermelhadas e esbranquiçadas, incluindo, ainda, areias e alguns níveis de minerais. Já as dunas edafizadas (paleodunas), ocorrem a nordeste de Areia Branca e apresentam forma de morrotes arredondados com coloração amarela e avermelhada que as diferenciam das mais recentes.

4.2 Planície Flúvio-Marinha

Desenvolve-se até 35 km dentro do ambiente fluvial continental, correspondendo ao estuário propriamente dito. A influência das marés é intensa, pois suas altitudes estão entre 2 e 4 metros. Esta unidade se constitui numa faixa de transição de difícil delimitação, pois as influências marítimas são fortes principalmente pela dinâmica das marés, mas também recebe forte influência dos sedimentos e água continental. Tem morfologia plana. Tais características, aliadas às condições do clima semiárido, dão origem a extensas e planas superfícies onde predominam planossolos nátricos e gleissolos sálicos.

A cobertura vegetal inexistente ou se limita a espécies adaptadas, como os manguezais e as plantas halófitas, dadas as condições de pH e a elevada concentração de sais nesses solos. (FILGUEIRA *et al*, 2005). Os manguezais são ecossistemas litorâneos que

ocorrem em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formados por vasas lodosas recentes ou arenosas. São restritos aos litorais tropicais e subtropicais, os quais se desenvolvem na zona entre marés e se localizam, geralmente, na desembocadura de rios. Estão sujeitos a inundações periódicas por água do mar e água doce, sofrendo flutuações abruptas e pronunciadas de salinidade. Possuem grande importância ecológica por estarem entre os principais responsáveis pela manutenção de boa parte das atividades pesqueiras das regiões tropicais, servindo de refúgio natural para a reprodução, o desenvolvimento, a alimentação e a proteção de crustáceos, moluscos e peixes de valor comercial, além de aves, répteis e mamíferos.

Os sedimentos que constituem essa unidade são predominantemente marinhos nas proximidades da foz e flúvio-continentais a montante em trechos mais elevados (ondulações suaves e pequenos terraços fluviais). Nessas áreas há o desenvolvimento de carnaúbas e outras plantas típicas da caatinga. Pesquisas realizadas na área (SILVEIRA, 2002; VITAL *et al.* 2004) mostram que:

A **Zona de Supramaré** situa-se numa altura superior ao nível alcançado pela preamar nas marés de quadratura (altura aproximada de 2,6 m), banhada pelas marés de sizígia (altura aproximada de 3,4 m). Na porção superior é comum encontrar algas marinhas, e no contato com os terraços ocorre vegetação arbustiva. Na porção inferior desaparece a vegetação e é baixa a presença de crustáceos. Trata-se de uma área da planície de maré intensamente ocupada pela atividade salina no estuário, a ponto de estar quase totalmente descaracterizada.

A **Zona de Intermaré** corresponde ao trecho situado entre a preamar e a baixa mar das marés de quadratura. Essa zona reúne as principais condições para o desenvolvimento, em áreas lamosas orgânicas, dos manguezais. As modificações antrópicas que ocorrem nesse ambiente têm restringido o crescimento e/ou a recuperação do ecossistema manguezal, decorrentes, já em 1996 (IDEMA, 2002), da exploração da indústria salineira e pela atividade de carcinicultura.

A **Zona de Inframaré** compreende os trechos de baixa declividade e altitude, geralmente inferior a 0,6 m, inundada pelas marés de quadratura de baixa-mar, por vezes imersa com as cotas no intervalo entre 0,2 e 0,6 m. Os canais de maré são a melhor expressão dessa zona, presentes em todos os estuários, comumente margeados por franja de manguezais. Os canais de maré são responsáveis pelo transporte e deposição de sedimentos na zona estuarina do rio Apodi-Mossoró, decorrentes da alta energia hidráulica desse sistema, provocando o assoreamento da planície de maré e a formação de bancos e barras arenosas

presentes nas condições atuais da dinâmica ambiental do estuário e que mostram a contínua progradação da linha de costa. Os canais estão impactados pela expansão dos núcleos urbanos e pelas atividades econômicas, sendo que alguns sofreram redução e/ou modificação de seus leitos.

O estuário do Apodi-Mossoró é dominado pelo movimento das marés. Através da técnica do sensoriamento remoto é fácil diferenciá-lo de estuários dominados por ondas. Isto se deve à inexistência de barreiras em suas áreas distais e, conseqüentemente, a baixa energia do canal alimentador, que apresenta setores meandranes e grandes bancos de areia. A morfologia resultante é tipicamente alongada, configurando uma geometria em funil com estreitamento em direção ao sistema fluvial. Apresentando em sua porção interna barras de areia alongada, e é circundado pela planície de maré e pelo manguezal (Figura 11). Tal fato, identificado nas imagens de 2009, provavelmente deriva das características naturais e também das pressões de uso, que vêm impedindo a entrada normal das marés.

Os depósitos aluviais atuais e os correlativos compõem os terraços e salões da planície do Apodi-Mossoró e seus principais afluentes. Apresenta largura muito variável em parte do médio e em todo o baixo curso, tendo sua maior largura nas proximidades do litoral se interligando com a planície fluvio-marinha, o que torna difícil traçar seus limites, também em função da alteração causada pelas atividades das salinas e da carcinicultura. Em alguns trechos é possível encontrar solos da Formação Barreiras sendo retirado para construção civil, deixando uma imensa cratera de alguns milhares de metros quadrados. Além disso, pela profundidade observada tem-se o afloramento do lençol freático e ravinamentos nas encostas nuas e o conseqüente processo de erosivo (Figura 14).

Figura 14: Área no município de Grossos do Grupo Barreiras



Nota: retirada de solo, ravinamentos e erosão das encostas. Fonte: ROCHA, A.B. (2011).

4.3 Tabuleiro

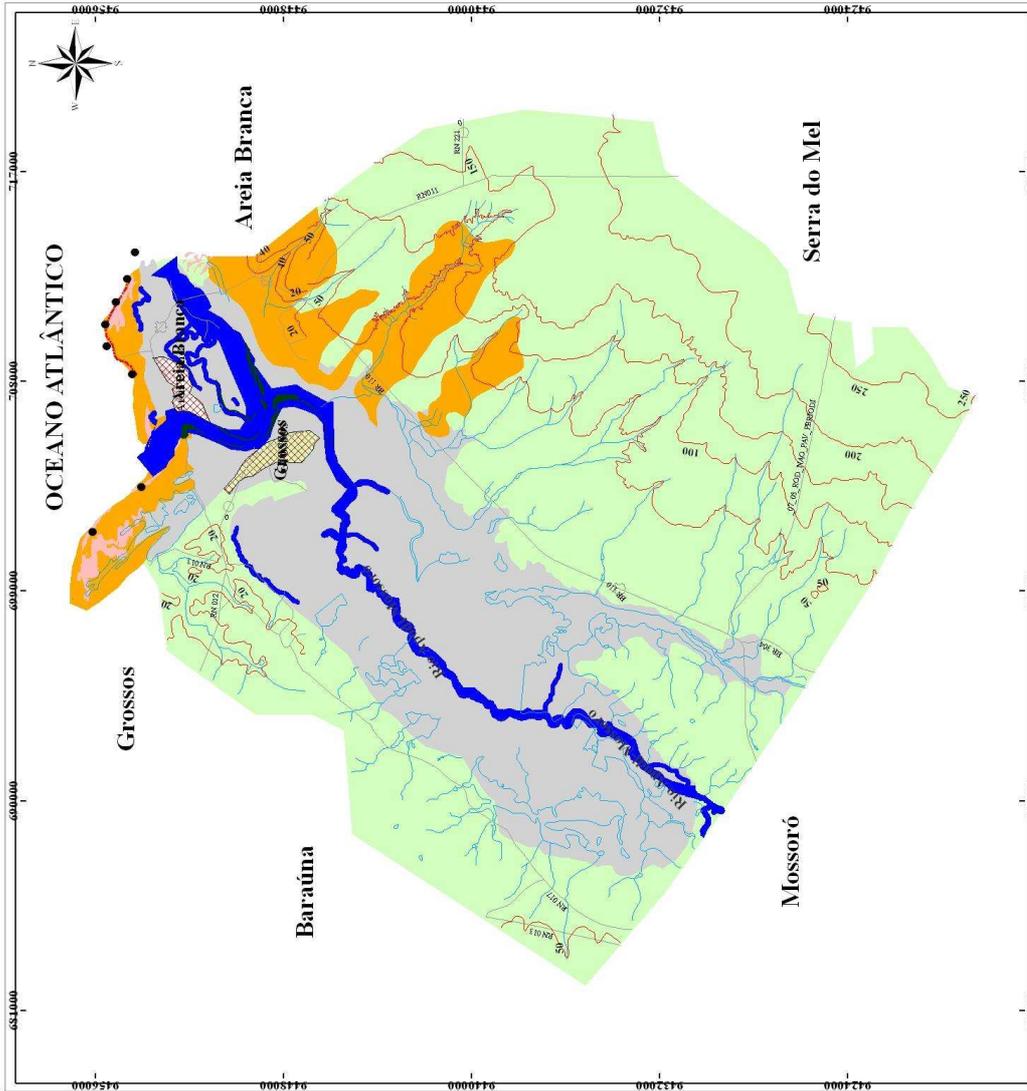
Localizado na parte norte da área de estudo, o tabuleiro costeiro possui forma tabular. Sua altitude média varia de 70 a 100m, atingindo 230m na Serra do Mel ou do Carmo a leste da cidade de Mossoró. Sua largura média chega a atingir 150 km² sendo dessa forma um relevo estrutural – isto é, com forma coincidindo com a estrutura geológica (CLAUDINO-SALES, 2002). Estende-se de ambos os lados do estuário e faz limite com a planície flúvio-marinha através de terraços de 1m a 2m de altura (IDEMA, 2002), sendo sustentado pela Formação Barreira e recoberto por caatinga hiperxerófila. Desenvolvido sobre cambissolos rasos, bem drenados, de textura argilosa e fertilidade natural alta, e chernossolos rasos, bem drenados, de textura argilosa a muito argilosa e fertilidade natural alta.

4.4 Chapada do Apodi

A Chapada de Apodi se constitui num relevo de cuesta com as camadas sedimentares levemente inclinadas em direção ao Oceano Atlântico, a nordeste (CLAUDINO-SALES, 2002). Suas altitudes variam de 20 a 180m. A chapada circunda o estuário do rio Apodi-Mossoró na sua margem esquerda e direita. É constituída por sedimentos cretáceos das formações do grupo Apodi, com um capeamento de sedimentos da Formação Barreiras nas proximidades do litoral.

O pacote sedimentar está constituído de uma sequência inferior, clástica, que os geólogos do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) denominaram de Arenito Açú e que jaz diretamente sobre o Pré-Cambriano, e de uma sequência superior, o Calcário Jandaíra. O embasamento cristalino e a superfície de descontinuidade entre as duas sequências mergulham no mesmo sentido, porém segundo ângulos de valor decrescente. O declive do embasamento é de 4° a 5° em direção ao mar, de modo que em Grossos, ao norte de Mossoró, as prospecções sísmicas verificaram ser da ordem dos 2.000m a espessura total dos sedimentos (RUSH, *apud* LINS e ANDRADE, 2001).

A chapada mostra-se bem definida com uma superfície plana conservada sobre os calcários da Formação Jandaíra. Sobre os sedimentos do grupo barreiras ela perde o aspecto uniforme, sendo dissecada em interflúvios tabulares. Os arenitos da Formação Açú afloram na direção do interior, formando um patamar dissecado em interflúvios tabulares ao pé da cornija que se prolonga com pequenas interrupções desde a localidade de São José, no Ceará, até próximo à cidade de Açú. A cornija possui desníveis médios de 6 metros. Na direção SE, o arenito Açú apresenta uma forma plana limitada por um pequeno desnível voltado para os



Universidade Federal do Ceará
 Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental

Mapa 4: Unidades Geomorfométricas do baixo curso do Rio Apodi-Mossoró

DISSERTAÇÃO: ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN (1989-2009)

Autora: Alessandra Bezerra da Rocha
 Orientadora: Prof.ª Maria Celina Linhares Sales

Convenções Cartográficas

- Praias
- Falésias
- Rede Viária
- Curvas de nível
- Curso de água intermitente
- ▣ Sedes Municipais

Legenda Temática Simbólica

- Ecossistema Manguezal
- Campo de Dunas Móveis
- Tabuleiro Litorâneo
- Planície Flúvio-Marinha
- Chapada do Apodi



Fonte: Carta topográfica - Articulação das folhas topográficas da SERHD (SE-24-X-D-1 e SB-24-X-B-IV Areia Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projeção UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° W, 2003) e Mapa geomorfológico do projeto RADAMBRASIL, folhas SB 24-25, Jaguaribe/Satal, escala 1:100.000, Imagem de satélite Spot resolução 10m, 2009.
 Elaboração: Alessandra Bezerra da Rocha

0 2,5 5 10 15 20 Km

terrenos pré-cambrianos. O topo se mostra levemente inclinado para Norte, o material é areno-argiloso de cor vermelha, contendo fragmentos argilosos de quartzo. (RADAM,1981).

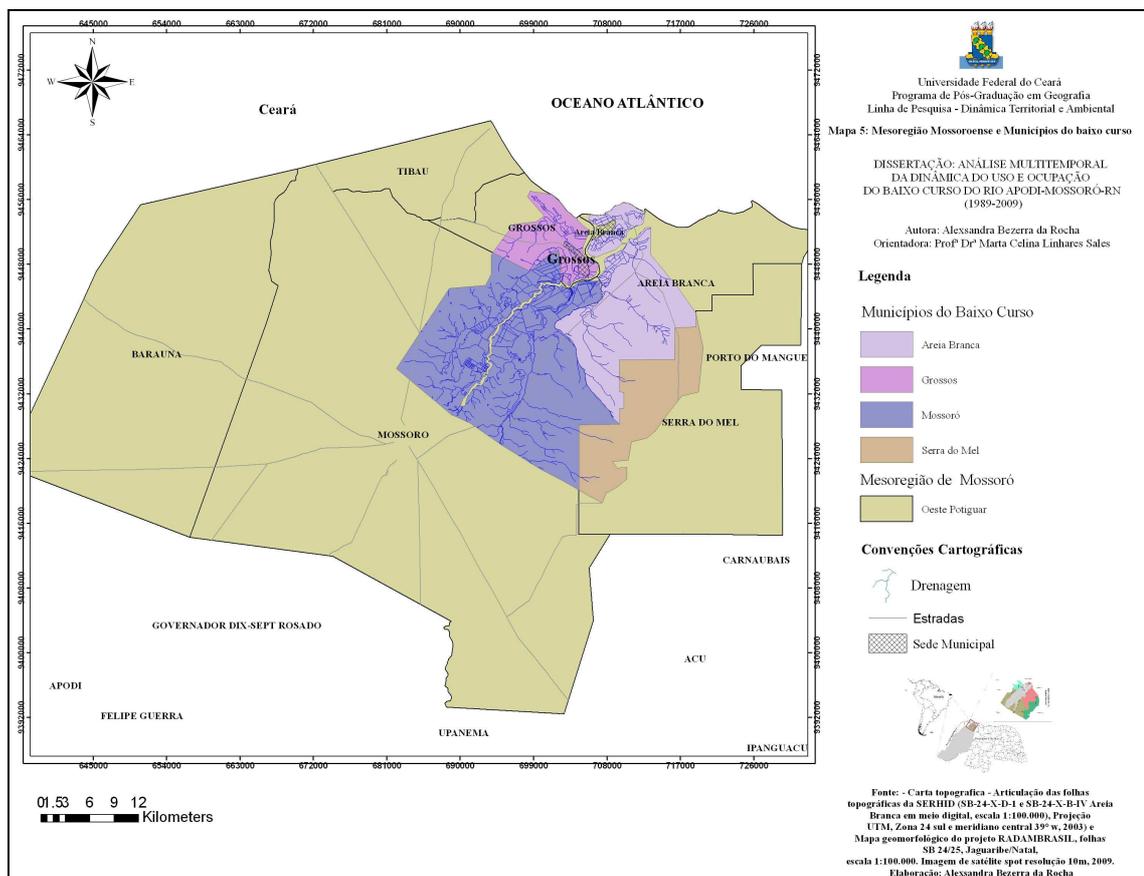
Os topos planos da chapada apresentam depressões rasas, com água, ocupadas por carnaubais. Nesses a drenagem não é concentrada devido à grande permeabilidade dos calcários e por não haver uma rede fluvial organizada (EMBRAPA, 1999).

Desta forma, através da análise geoambiental (Mapa 4) foi possível caracterizar os sistemas físicos. Essa caracterização é fundamental para a compreensão dos diferentes elementos ambientais, suas inter-relações e sua gênese. A diversidade natural na área em estudo explica também a elevada dinâmica socioeconômica, discutida nas próximas etapas.

5 ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ

A microrregião de Mossoró pertencente à mesorregião Oeste Potiguar (Mapa 5). Sua população é de, aproximadamente, 332.697 habitantes e está dividida em seis municípios (Areia Branca, Baraúna, Grossos, Mossoró, Serra do Mel e Tibau). Possui uma área total de 4.198,951 km².

Neste trabalho a caracterização socioeconômica, o levantamento dos impactos socioambientais e o papel que cada município (Mossoró, Grossos, Areia Branca e Serra do Mel) desempenha no baixo curso do rio Apodi-Mossoró são retratados, levando em consideração a dinâmica da ocupação e as pressões de uso na área em estudo, fazendo uma síntese do que há de novo e antigo nas atividades econômicas e como o processo de formação do espaço contribuiu para a implantação da infraestrutura, dos serviços e da ocupação territorial. A descrição dos municípios considerados na investigação será detalhada a seguir, de acordo com os dados do IBGE e do IDEMA:



Município de Mossoró

Segundo maior município do Estado do Rio Grande do Norte, localiza-se entre as coordenadas 05° 11' 16''S e 37° 20' 38''O, às margens do rio Apodi-Mossoró. Atualmente vive um intenso processo de crescimento econômico e de infraestrutura.

É o maior produtor, de petróleo, em terra no país, bem como de sal marinho. Os primeiros moradores ocuparam as margens do rio, fixado-se em pequenas fazendas, e em 1772 foi fundada a Capela de Santa Luzia, marco inicial da construção da cidade. Em 1842, o povoado foi elevado a categoria de freguesia, as casas eram de taipa e muito rudimentares. Entre 1870 e 1852 a município. E em novembro de 1870, foi elevado a categoria de cidade.

Nas comunidades rurais tem-se como base econômica a agricultura de subsistência: (1) Passagem de Pedras, uma das mais importantes comunidades rurais, destaca-se no comércio de crustáceos como o siri e na produção de caramão em cativeiro. (2) a comunidade de Jucuri, (3) Bom Jesus, (4) Hipolito, (5) Santana e (6)Veneza.

Na base econômica o setor primário tem como destaque: a fruticultura irrigada, sendo que o estado é responsável por 90% da produção brasileira para exportação. Na agricultura o algodão, coco, melão, milho, a banana, castanha de caju, feijão, manga e a melancia. Em relação ao rebanho é composto por: bovinos, caprinos, suínos, equinos e aves. No setor secundário: O sal e o petróleo são os principais produtos da economia de Mossoró. E nos últimos anos o setor terciário ganhou força através da construção civil, do comércio e das atividades industriais.

Município de Areia Branca

Localizado na microregião de Mossoró entre 04° 57' 21''S e 37° 08' 13''O. o município de Areia Branca foi emancipado de Mossoró através da Lei nº 10, de 16 de fevereiro de 1892. A ocupação iniciou quando vários pescadores decidiram estabelecer-se nas Areias Brancas, nos anos de 1860. Limita-se com os municípios de Grossos (oeste), Mossoró e Serra do Mel (sul) e Porto do Mangue (leste). Ao norte é banhado pelo Oceano Atlântico, e conhecido pelas suas belas praias dominadas por dunas e falésias, além de uma porção territorial dominada pelo sertão. Na base econômica as culturas de ciclo longo: algodão arbóreo, sisal, caju, e coco. E culturas de subsistência: milho, feijão e mandioca. Tendo destaque a produção de sal marinho, petróleo e o gás natural que movimentam a economia.

Município de Grossos

O município tem uma área territorial de 126 km² composto pelas praias da Barra, Pernambuquinho e Areias Alvas, localiza-se entre as coordenadas 04° 58' 48'' e 37° 09' 8''O. Na base econômica destaque para a atividade salineira. As culturas, perene e cíclica, são de pouca expressão, bem como o comércio. O turismo e o artesanato vem crescendo e já apresenta resultados. Na comunidade de Areias Alvas há um pequeno sítio arqueológico de sambaquis, onde percebem-se pequenos arbustos fossilizados e indícios de uma população primitiva que ocupou esta região no passado. Nas comunidades Carro Quebrado e Córrego existem a maior concentração de salinas não mecanizadas e, nestas, a extração do sal é realizada com utilização de pás, picaretas e carros de mão trilhados sobre pedaços de madeiras chamadas de “pranchas”.

Município de Serra do Mel

Para conter as tensões desencadeadas pelo desemprego conjuntural a região foi alvo de diversas políticas públicas, em 1972, foi acionada a política de colonização no distrito de Serra do Mel, objetivando absorver a mão-de-obra expulsa da atividade salineira. O projeto tinha como prioridade a aquisição da propriedade onde cada colono receberia uma gleba de 50 hectares para explorar a cultura do caju associada a outras culturas de subsistência (FELIPE, 1981). Atualmente, o município tem como base econômica a cultura permanente de caju de sequeiro, melancia, plantação de feijão e mandioca para subsistência.

O município de Serra do Mel localiza-se entre 05° 10' 12''S e 37° 01' 44''O. Faz parte de um antigo projeto de colonização, está dividido em vilas comunitárias de produção, sendo 23 núcleos habitacionais (22 vilas rurais e 1 vila central) que receberam, cada uma, o nome de um Estado Brasileiro. Situado numa região ímpar em nível geográfico e clima, o município prosperou rapidamente, consolidando sua economia na produção de caju, com base nas atividades familiares. São 1.196 lotes agrícolas no espaço original do projeto de colonização. Cada um dos lotes com 50 hectares, sendo 1.174 com 250 metros de largura, por 2.000 metros de comprimento e apenas 22 (aqueles que estão situados ao lado na área habitacional de cada vila), com a mesma área, mas com 500 metros de largura, por 1.000 metros de comprimento. Os lotes agrícolas de Serra do Mel, quase todos com 50 hectares, foram projetados para dispor de:

- ✓ 15 ha para a cultura do caju (permanente);

- ✓ 10 ha para as culturas temporárias;
- ✓ 25 ha em mata nativa para reserva florestal.

Cada um dos lotes agrícolas originais de 50 hectares (ou com pequenas variações de área) foi recebido pelo colono com 15 hectares plantados de cajueiros, em espaçamento de 10m x 10m, no sistema quincôncio, perfazendo 1.725 pés em cada lote, distribuídos em 69 fileiras (carreirões) com 25 plantas em cada. Originalmente, portanto, o projeto dispunha de 2.063.100 cajueiros, plantados em 17.940 hectares. Para as culturas anuais foram reservados originalmente 11.960 hectares, sendo 10 hectares em cada lote. Hoje, cada vila conta com serviços básicos de saúde, educação, abastecimento de água, energia e armazenamento.

5.1 A implantação do distrito industrial no baixo curso do rio Apodi-Mossoró

Ocorreu como em outras regiões, a partir de 1970. Na mesorregião mossoroense a expansão da cidade de Mossoró deu-se através da indústria salineira e do comércio, na direção noroeste (saída para Fortaleza) e sudeste (saída para Natal). Na década de 1970, Mossoró deixou de ser apenas um centro repassador de matéria-prima para ser um centro prestador de serviços, passando a terceirizar as atividades locais (PINHEIRO, 2007).

Com a implantação do porto no município de Areia Branca, denominado de Porto Ilha, ocorreu a descentralização econômica. As obras desse porto tiveram início em fevereiro de 1970, findando em setembro de 1974. Está localizado a 26 km a nordeste da cidade de Areia Branca (RN), cerca de 14 km distante da linha de costa. O canal de acesso tem comprimento aproximado de 15 km, profundidade mínima de 6m, máxima de 18m e largura variável entre 400m e 1.000m, comprimento de 71m (CODERN, 2010), responsável hoje por 95% do escoamento da produção de sal dos municípios salineiros do RN.

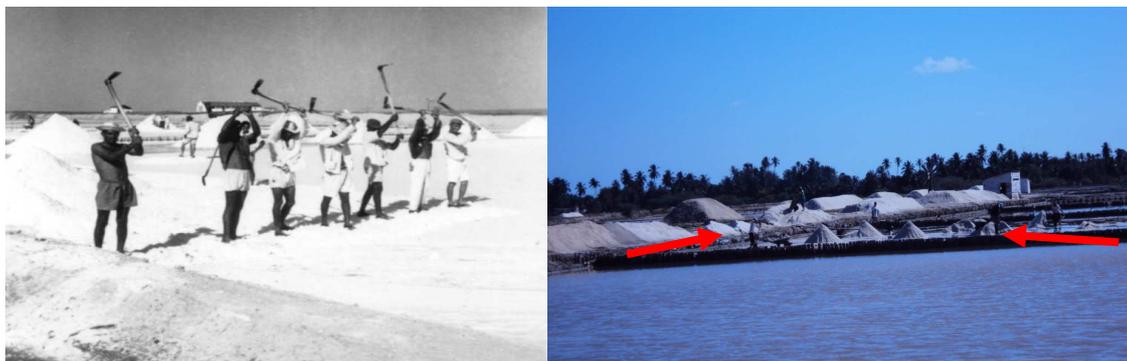
Na mesoregião Mossoroense todo sal movimentado no porto é oriundo, principalmente das salinas de Grossos, Areia Branca, Mossoró, Galinhos e Macau.

A instalação do Porto Ilha engendrou a terceirização dos serviços, modernização no processo de extração, beneficiamento, facilidade nos fretes, no transporte e no embarque de sal para o exterior. Mas, esses efeitos geraram desemprego em massa, principalmente nas salinas artesanais, hoje, instaladas apenas no município de Grossos (Figura 15 e 16).

Dentre as principais mercadorias exportadas tem-se: melão, castanha de caju, camarão, petróleo, banana, peixes, sal, lagosta, manga e mel. Quanto à População Economicamente Ativa (PEA), destacam-se os municípios de Mossoró e Areia Branca (IBGE,

2000). O maior PIB entre os municípios é o de Mossoró (1,6 bilhões de reais) em 2004, seguido de Areia Branca (337 milhões de reais), e Grossos (78 milhões de reais). (IBGE/IDEMA, 2004).

Figura 15: Salina artesanal em Areia Branca, em 1970 - Figura 16: Salinas artesanais no município de Grossos, em 2011.



Nota: Devido à claridade e às péssimas condições de trabalho, muitos salineiros que usavam apenas a enxada e o carro-de-mão para transportar o sal tiveram sérios problemas de saúde, principalmente câncer e cegueira em 1970. Fonte: acervo da Prefeitura Municipal de Areia Branca. (1970). Mas, durante os trabalhos de campo as visitas às salinas artesanais revelam que as condições de trabalho são as mesmas de 40 anos atrás, percebem-se trabalhadores ao fundo fazendo os morros de sal com pás e transportando em carros-de-mão. Fonte: ROCHA, A. B.(2011).

Alguns anos depois, instalaram-se na mesorregião mossoroense: (1) Companhia da Habitação (COHAB), (2) Caixa Economia Federal (CEF), (3) Banco Nacional da Habitação - BNH, além da criação de órgãos estaduais: (1) Companhia Energética do Rio Grande do Norte - COSERN, (2) Companhia de águas e esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN, (3) Companhia de Telecomunicações do Rio Grande do Norte - TELERN, (4) Companhia Integrada de Desenvolvimento Agropecuário - CIDA, (5) Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Rio Grande do Norte - CDM/RN, (6) Departamento de Estradas e Rodagens do Rio Grande do Norte - DER/RN e, ainda, a instalação do escritório da PETROBRAS, em março de 1975. A partir daí, ocorreu um surto de crescimento que só veio a desacelerar em meados da década de 1980. As políticas concentraram-se nos pesados investimentos públicos de infraestrutura básica (energia, transporte, comunicações, setores químico e siderúrgico) (FELIPE, 1982).

A seca de 1979 deixou 110 municípios do RN em estado de emergência. As lavouras e a pecuária foram dizimadas, houve muito desemprego e prejuízos dos investidores. O Governo Estadual, sem projetos e sem recursos, não teve condições de realizar mais nada a partir de 1979 (GAZETA DO OESTE).

Em 1980 ocorreram intensos fluxos migratórios campo-cidade gerando uma massa de trabalhadores informais em pleno processo de expansão urbana e acelerado crescimento demográfico (FELIPE, 1982). Entre 1980 e 1989, as taxas de crescimento da economia brasileira foram extremamente baixas, provocando diminuição dos investimentos, das importações, restrições aos serviços públicos, à infraestrutura e à contratação de trabalhadores e, conseqüente desemprego, reflexo de um panorama nacional, além de diversos desastres naturais ocorridos na década de 1980, fato esse que também se refletiu na área de estudo (SANTOS, 2002). Após cinco anos consecutivos de seca (1978-1983), a enchente de 1984 destruiu 100 açudes e parte das cidades de Santa Cruz e Campo Redondo. Outra enchente, em 1985, danificou 10 mil casas, 450 açudes e destruiu 200 km de estradas (GAZETA DO OESTE).

Segundo Santos (2010), a reestruturação produtiva de 1970 e 1980 passou por uma reorganização principalmente nos sistemas técnicos componentes dos circuitos espaciais da produção do sal, petróleo e da fruticultura irrigada, havendo grande difusão do consumo produtivo no intuito de atender os novos e velhos agentes econômicos hegemônicos nesse espaço, provocando constantes redefinições (e permanências) na economia política da cidade.

A década de 1990 absorveu impactos positivos, sobretudo na região do baixo curso do rio Apodi-Mossoró através da reestruturação de suas principais indústrias, melhoria da infraestrutura e modernização de alguns setores, como o polo de Fruticultura Irrigada Açú/Mossoró (irrigação e adubação), transformando-se num polo agro-industrial exportador de frutas para a Europa e outros países. Cabe destacar também, o polo turístico do litoral potiguar, através do projeto Costa Branca, a produção de petróleo e gás natural, a extração e o beneficiamento do sal e a carcinicultura que, a partir de 1999, passou a constituir o principal foco de atratividade, com larga assimilação de solos, gerando impactos socioambientais significativos (IDEMA, 2005). Hoje, a atividade de carcinicultura está em pleno declínio.

A unidade de produção petrolífera da Bacia Potiguar compreende 15 municípios potiguares e dois cearenses, com 5.000 poços em operação em suas 53 concessões terrestres e 18 marítimas, além de 30 plataformas marítimas de produção (IDEMA, 2000). Já as empresas ligadas às salinas instalaram-se predominantemente às margens da BR-304, na direção de Fortaleza, onde se concentram muitos serviços de apoio a caminhoneiros, e também às margens da BR-110, na direção de Areia Branca. As rodovias que dão acesso às áreas de produção petrolífera são a RN-117, saída para Areia Branca, e a BR-304, saída para Natal e Fortaleza. A descoberta do Canto do Amaro, na zona rural de Mossoró, em 1986, trouxe a

consolidação da atividade petrolífera na cidade, tornando-a o maior campo de petróleo em terra do País (FELIPE, 1982).

Portanto, nas últimas três décadas o cenário ambiental, populacional e econômico do baixo curso vem passando por alterações significativas em função da instalação das atividades de prospecção e exploração petrolífera, salineira, pesca e turismo. Essas atividades vêm provocando forte influência sobre os ecossistemas costeiros estaduais, devido à dinâmica dos processos socioeconômicos e demográficos delas decorrentes (Tabela 7). Percebe-se, também o crescimento populacional característico dos municípios inseridos no baixo curso.

Segundo os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE), os municípios que apresentam os maiores números de propriedades rurais são: Serra do Mel e Mossoró. Em termos de área agrícola disponível, Mossoró desponta como possuidor da maior área bruta agricultável, seguida de Serra do Mel e Areia Branca (sendo que sua principal atividade econômica primária é a produção de sal, seguida da exploração petrolífera). As maiores áreas de cultura permanente (produção de caju) se localizam em Serra do Mel, Areia Branca e Mossoró.

Dentre os principais produtos destaca-se a produção de mamão, banana e castanha de caju, na Serra do Mel, em Areia Branca e em Mossoró; a produção isolada de banana é prevalente em Grossos. Dentre os principais produtos, chama a atenção os volumes de produção de produtos tropicais, como a castanha de caju (86,3%), mamão (7,3%), banana (3,2%), coco da Bahia (1,4%). Já em relação às culturas cíclicas, coloca-se que a produção é voltada para lavouras de subsistência, sendo o milho responsável por (3,5%) da renda, o feijão (2,2%), a mandioca (0,1%) e a produção de sorgo, utilizado na alimentação dos rebanhos, representando (1,2%). No mapa 6 tem-se a configuração e espacialização destas atividades nos municípios do baixo curso.

Tabela 7: Dados dos censos populacionais dos municípios do baixo curso do rio Apodi-Mossoró.

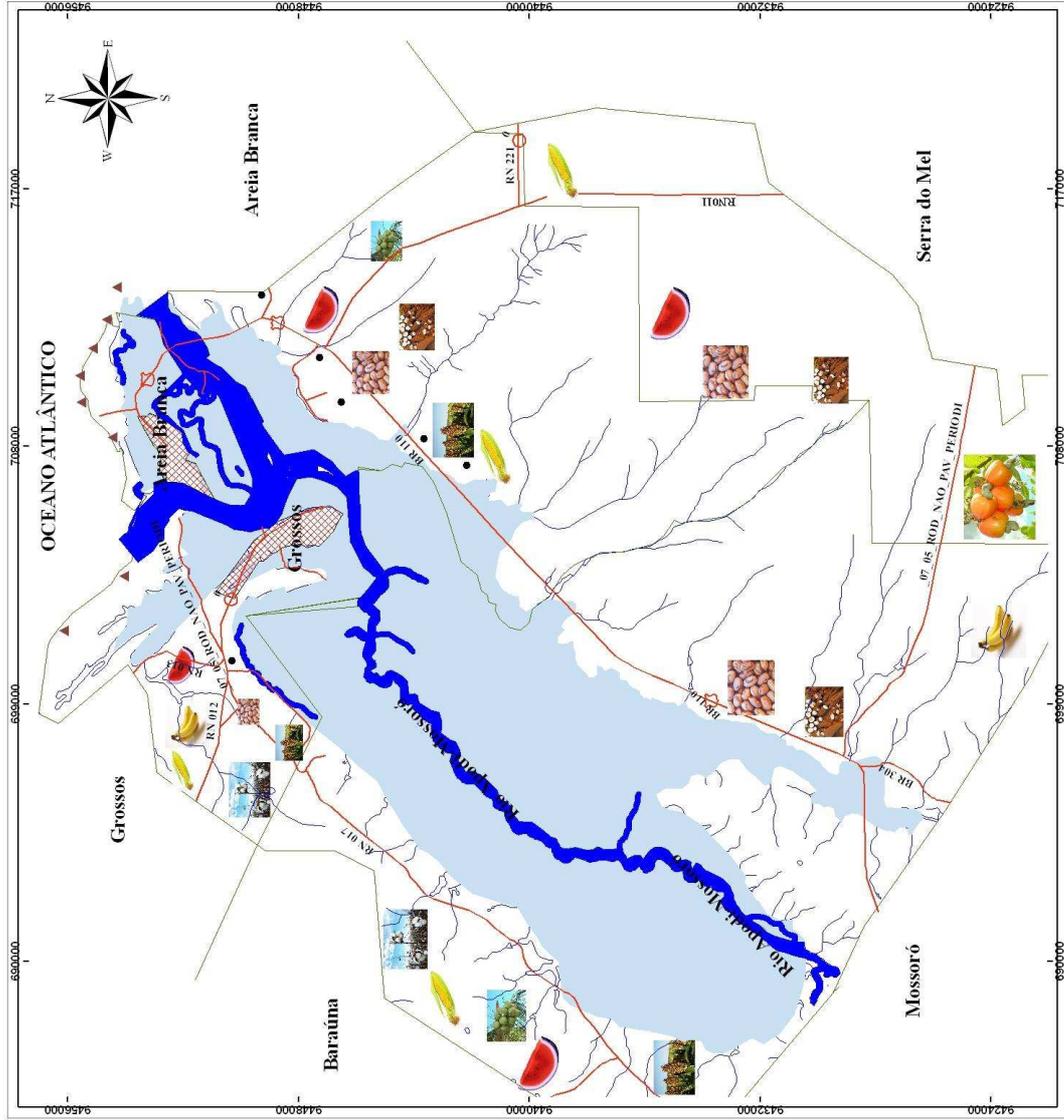
Municípios	1980			1991			2000			2010		
	Total	Urbana	Rural									
Areia Branca	17.556	12.976	4.580	21.219	16.985	4.234	22.530	17.861	4.669	25.315	20.317	4.998
Grossos	7.931	5.351	2.580	7.569	5.166	2.403	8.249	6.275	1.974	9.393	7.039	2.354
Mossoró	146.046	122.901	23.145	191.959	177.020	14.939	213.841	199.081	14.760	259.815	237.241	22.574
Serra do Mel	8.021	3.756	4.265	8.021	1.233	6.788	8.264	8.230	34	10.287	2.698	7.589

Fonte: IBGE – Censos Demográficos de 1980/1991/2000/2010

O cruzamento do número de pessoas ocupadas com o número de propriedades em relação às atividades citadas mostra uma média baixa de emprego por fazenda, cuja média na região alcança 4,2 trabalhadores/fazenda (15.651 ocupações/3.652 fazendas), configurando que a taxa de emprego está abaixo da média nacional (IICA, 2009).

Percebe-se também a expansão da atividade agropecuária (IBGE, 2006) pelo fato de a região possuir um plantel bovino com (26,8) mil cabeças e uma área total de (197,2) mil ha. Acrescentando-se os rebanhos caprinos (21,5 mil cabeças), ovinos (27,1 mil cabeças) e suínos (3,9 mil animais), chega-se à conclusão de que a base agropecuária da região pode estar saturada em sua capacidade de expansão. A configuração da atividade para o baixo curso tem como destaque o município de Mossoró, seguido do município de Areia Branca.

Em relação à produção de sal marinho, os municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos são responsáveis por 51,5% da produção de sal no Estado. E a produção petrolífera coloca o estado em destaque com a produção de 22,8 milhões de barris, com referência ao ano 2006.




 Universidade Federal do Ceará
 Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental
**Mapa 6: Base econômica
 Temporária e Permanente no baixo curso**
 DISSERTAÇÃO: ANÁLISE MULTITEMPORAL
 DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO
 DO BAIXO CURSO DO RIO APÓDI-MOSSORÓ-RN
 (1989-2009)

Autora: Alexandra Bezerra da Rocha
 Orientadora: Prof.ª Maria Celina Linares Sales

Convenções Cartográficas

- ▲ Comunidades
- Povoados
- Rede Viária
- Curso de água intermitente
- ▨ Sedes Municipais

Legenda

- Melancia
- Feijão
- Coco
- Mandioca
- Milho
- Caju
- Banana
- Algodão
- Sorgo

Fonte: - Carta topográfica - Atenuação das folhas
 topográficas da SERHD (SB-24-X-D-1 e SB-24-X-E-IV Área
 Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projeção
 UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° W, 2003),
 trabalho de campo, dados do ICA e Imagem do
 satélite spot resolução 10m, 2009.
 Elaboração: Alexandra Bezerra da Rocha

A atividade petrolífera se constitui fator econômico de suma importância para a economia regional, pois além de circular capital e gerar emprego, ainda propicia a distribuição de royalties. Cabe ressaltar que a atividade gera impactos no setor econômico, na arrecadação tributária do Governo e dos municípios, nas áreas urbanas, na capacidade de investimentos das prefeituras, sem descuidar dos impactos ambientais, que se apresentam como o aspecto negativo da atividade petrolífera na região (IICA, 2009).

Em relação a importância da indústria petrolífera na área em estudo e o alto risco ambiental potencial que apresenta, destacam-se os passivos ambientais dela derivados, associados à expansão da atividade e do número de poços perfurados responsáveis pela produção de uma nova geografia regional, em cuja paisagem se sobrepõe elementos tradicionais e modernos.(IICA, 2007, p.78).

Já as reservas minerais destacam-se o município de (1) Mossoró, que dispõe de água mineral, petróleo e gás natural, calcário e sal; (2) Areia Branca: petróleo, gás e sal; (3) Grossos produção de sal. Na região em estudo foram identificados: (1) Polo Agropecuário – município de Mossoró e Serra do Mel; (2) Polo Industrial – Mossoró; (3) Polo Comercial: Mossoró e Areia Branca; (4) Polo Mineral: Mossoró, Areia Branca e Grossos; (5) Pólo de Turismo: Mossoró, Areia Branca e Grossos; (6) Polo de Serviços Governamentais: Mossoró e Areia Branca.

Em relação à pesca, de acordo com o IBAMA (2005), a produção de pescado desembarcado em 2005 teve como valor gerado pelo município de Areia Branca 503 toneladas (72%) e 172 toneladas (17%) para o município de Grossos.

Uma atividade econômica que vem crescendo na última década é aquela associada ao turismo. O turismo⁵ se constitui atividade de grande potencialidade para a região, particularmente para os municípios costeiros: Areia Branca e Grossos.

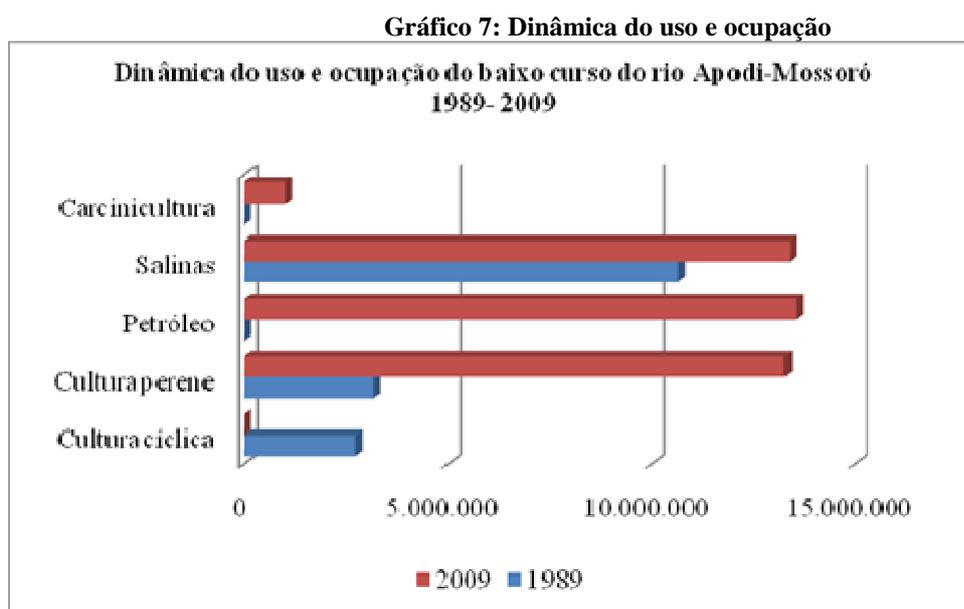
5.2 Interpretações dos produtos cartográficos

O mapeamento através de imagens de satélites no baixo curso do rio Apodi-Mossoró, bem como os dados oriundos dos trabalhos de campo, e tomando como base a análise dos dados sobre as atividades econômicas apresentadas pelo IBGE (2006) e pelo IICA (2009), em termos de volume de produção (toneladas), indicou que as atividades econômicas

⁵ A zona costeira do Rio Grande do Norte apresenta no seu modelado diversos tipos de morfologias entre as quais se destacam as praias, as falésias, as dunas, os estuários e os manguezais. Todo esse conjunto de feições, devido sua posição geográfica, dividem-se em Litoral Setentrional (1 Apodi-Mossoró; 2 Açú-Piranhas e 3 Guamaré – Galinhos) e Litoral Oriental (4 Potengi 5 Laguna de Guaraíras 6 Ceará – Mirim; 7 Curimataú) que apresentam características naturais e econômicas distintas. (GOMES, 2006).

na área da pesquisa em termos de - importância e percentagem de área ocupada, - apresentavam-se distribuídas da seguinte forma, em 1989 (Mapa 7): a produção petrolífera abrangia uma área de 7.335 mil hectares (0,04%), a atividade salineira 10,6 milhões de hectares (64,4%), as culturas cíclicas 2,7(16,4%), e a cultura perene 3,1 milhões de hectares (19,2%). Já em 2009 (Mapa 8) as atividades econômicas tiveram a seguinte representação: cultura perene 13, 2 milhões de hectares (32,7%); a atividade petrolífera (13,5) milhões de hectares (33,4%); a atividade salineira (13,3) milhões de hectares (34%); a carcinicultura (1,006) milhões de hectares. A atividade de carcinicultura não é registrada em 1989, pois não existiam tanques para reprodução de camarão no estuário do Rio Apodi-Mossoró, a atividade só iniciou em 1999 (Tabela 8).

Através destes dados podem-se perceber as transformações ocorridas na dinâmica do uso e ocupação no baixo curso, bem como, na configuração ao longo do tempo.



Fonte: dados produzidos por Rocha, A. B. para essa pesquisa.

Percebe-se que as formas de uso e ocupação do baixo curso e sua dinâmica estão relacionadas à exploração dos recursos naturais e ambientais, citados na investigação.

O Mapa 7 com a delimitação dos municípios do baixo curso permitiu reconhecer que na Chapada do Apodi o desenvolvimento das atividades agrícolas, ocorre, principalmente, na Serra do Mel (leste) através da plantação de caju.


 Universidade Federal do Ceará
 Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental

Uso e ocupação do baixo curso do rio Apodi-Mossoró

DISSERTAÇÃO - ANÁLISE MULTITEMPORAL
 DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO
 DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN
 (1989-2009)

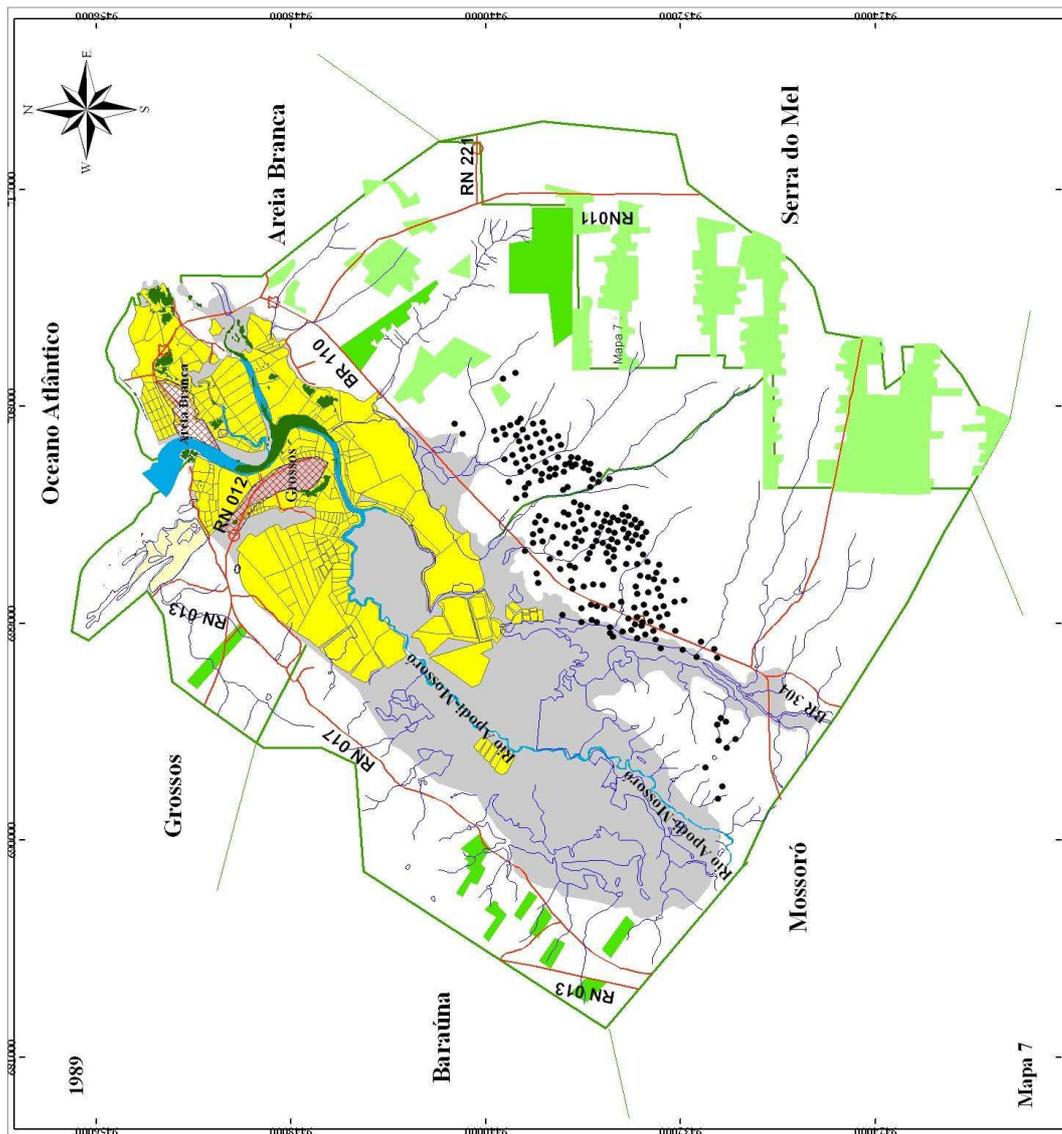
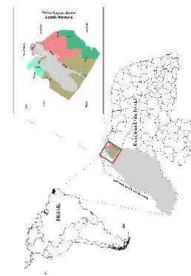
Autora: Alessandra Bezerra da Roda
 Orientadora: Prof.ª Maria Celina Linhares Sales

Convenções Cartográficas

-  Limite Municipal
-  Rede Viária
-  Curso de água Intermitente
-  Sedes Municipais

Legenda Temática Simbólica

-  Poços de Petróleo
-  Ecossistema Manguezal
-  Cultura Perene
-  Cultura Cíclica
-  Salinas Artesanais
-  Salinas Industriais
-  Carcinicultura
-  Planície Flúvio-Marinha



Fonte: Carta topográfica - Anticliação das folhas topográficas da SERHID (SE-24-X-D-1 e SE-24-X-E-IV Areia Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projeção UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° w, 2003) e Imagem de satélite Landsat TM 1989 resolução 30m e trabalho de campo.
 Elaboração: Alessandra Bezerra da Roda

Enquanto, que a exploração de petróleo e gás natural (centro-sul), está relacionada ao tipo de solo e a caracterização da drenagem centrífuga, indicando possíveis deformações das estruturas geológicas, com formações dômicas, evidenciando a existência de petróleo em profundidade, tratando-se de uma bacia cretácea marinha relativamente espessa, dotada de fácies marinhas e regime de fossas (ROSADO, 1974), hoje a atividade chega até o litoral de Areia Branca, sendo a área, o maior campo de exploração em terra do país.

Na planície flúvio-marinha a implantação e desenvolvimento da atividade salineira ao longo do litoral potiguar, especialmente na região limítrofe (norte) foi introduzida levando em consideração as características naturais de salinidade, evaporação, correntes marinhas, velocidade dos ventos e o regime climático. Já a atividade carcinicultora (sul) desenvolveu-se na zona rural do município de Mossoró, nas áreas de apicum.

O cruzamento do número de pessoas ocupadas com o número de propriedades em relação às atividades citadas mostra uma média baixa de emprego por fazenda, cuja média na região alcança 4,2 trabalhadores/fazenda (15.651 ocupações/3.652 fazendas), configurando que a taxa de emprego está abaixo da média nacional (IICA, 2009).

Percebe-se também a expansão da atividade agropecuária (IBGE, 2006) pelo fato de a região possuir um plantel bovino com (26,8) mil cabeças e uma área total de (197,2) mil ha. Acrescentando-se os rebanhos caprinos (21,5 mil cabeças), ovinos (27,1 mil cabeças) e suínos (3,9 mil animais), chega-se à conclusão de que a base agropecuária da região pode estar saturada em sua capacidade de expansão. A configuração da atividade para o baixo curso tem como destaque o município de Mossoró, seguido do município de Areia Branca.

Em relação à produção de sal marinho, os municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos são responsáveis por 51,5% da produção de sal no Estado. E a produção petrolífera coloca o estado em destaque com a produção de 22,8 milhões de barris, com referência ao ano 2006.

As características das unidades geoambientais (Mapa 4), associadas às condições climáticas, de solo e hídrica potencializam o desenvolvimento das atividades econômicas destacadas anteriormente. No entanto, verifica-se que os recursos naturais que permitiu e justificou a potencialidade das atividades socioeconômicas, vêm sendo degradados e não existe nenhuma perspectiva de preservação do ambiente, resultando em tipos diferentes de impacto ambiental na área da pesquisa, a saber: i) intervenções humanas nos condicionantes naturais sob a forma de rejeitos urbanos, despejo de resíduos industriais, lançamento de resíduos, tanto por parte da população, dos carcinicultores, como pela indústria salineira ii) dragagens, construção de diques e espigões; iii) extração de agregados; iv) poluição da praia e

do manguezal, mortandade de peixes, crustáceos e moluscos; v) lançamento das águas das salinas nas áreas de mangue e no canal estuarino; vi) derramamento de óleo e petróleo; vii) produção de resíduos sólidos perigosos, implicando desequilíbrio ecológico, econômico e social das populações que subsistem vinculados a utilização desses recursos e viii) extração de areia da Formação Barreira. É possível perceber também que essas atividades condicionaram a dissecação fluvial, o entalhe da drenagem. Os impactos ocorrem porque raras são às vezes em que as obras são realizadas com base em estudos da evolução morfológica da região e de seu comportamento hidráulico e sedimentológico.

A análise dos produtos cartográficos obtidos na pesquisa permitiu apontar que existem alterações consideráveis no baixo curso do rio Apodi-Mossoró nesses 20 anos, decorrentes do uso e ocupação, das práticas inadequadas e da utilização de área de alta fragilidade.

6 O BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ NOS ÚLTIMOS 20 ANOS

Do ponto de vista evolutivo, as formas do relevo estão em constante modificação, como resultado dos processos morfogenéticos atuantes. Observado em curto espaço de tempo, o relevo é aparentemente estático e imutável, todavia, por ação dos processos erosivos ou deposicionais, que são condicionados pelo clima atuante, o relevo está em permanente estado de transformação (MARQUES, 1994).

A dinâmica natural dos processos morfogenéticos na área em estudo, de forma geral, está condicionada pelo clima semiárido, pela cobertura vegetal e pelas várias pressões de uso. Os processos relacionados à ação pluvial constituem, atualmente, talvez os mais importantes fatores na morfodinâmica da área de estudo. A erosão linear, provocada pelo escoamento superficial, principalmente entre fevereiro/maio, e meses mais chuvosos, contribui para o aprofundamento da incisão dos canais de drenagem, que vem sendo realizada ao longo do tempo, principalmente na Chapada do Apodi.

No baixo curso do rio Apodi-Mossoró as várias formas de uso e ocupação ocasionam uma série de impactos tanto para os geoambientes como para a economia da região. No ambiente estes condicionantes levam, em geral, a conversão da cobertura vegetal original a usos que não consideram a capacidade de suporte, representando quase sempre um aumento do risco de desertificação, já condicionado às regiões áridas e semiáridas. Os efeitos dos usos e ocupação sobre a vegetação podem variar em severidade desde o mais drástico, a supressão, até efeitos sobre funções ecológicas específicas, que poderão se manifestar à longo prazo. Sabe-se que um sistema natural tem uma dinâmica tal que uma alteração em um dado segmento implica em alterações em outros segmentos ou no todo. Dependendo do grau de interferência, tais respostas podem ser lentas e graduais, ou serem instantâneas.

A conjugação de todas as variáveis configurou no mapeamento e análise do arranjo espacial das mudanças, ocasionadas por fatores naturais, e também pelas atividades econômicas (Figura 17), determinantes na origem e formação das sociedades.

Ao fazer esta análise é possível reconstituir sucintamente as transformações ocorridas no baixo curso do rio Apodi-Mossoró (Figura 17) possibilitando no quadro geoambiental atual, perceber-se, através do gráfico 8, que o manguezal abrangia uma área de 538 mil hectares em 1989 e sendo reduzido para 167 mil hectares em 2009, apresentando significativa modificação. Tratando esses números em índices percentuais, temos uma diminuição do ecossistema manguezal de 69%. Esse impacto é bastante significativo, se considerarmos que o Rio Grande do Norte responde sozinho por mais de 80% da produção

brasileira de sal, sendo os municípios de Mossoró e Areia Branca, situados no entorno do estuário do Rio Apodi-Mossoró, dois dos três maiores exploradores desse produto na esfera estadual (IBGE, 2010). A produção de sal situa-se, sobretudo à jusante do estuário, exatamente onde o bosque de manguezal era mais desenvolvido no passado. A destruição do manguezal no estado do Rio Grande do Norte esta relacionada à indústria salineira e suas atividades correlatas, diferentes de outros estados como o Ceará, Paraíba onde a degradação tem relação com a carcinicultura.

A devastação dos mangues para atender a demandas da produção de sal marinho, data da primeira década do século XX, quando foram construídos tanques cristalizadores (IDEMA, 2008). Embora sejam eles considerados áreas de preservação permanente pela legislação ambiental vigente, fonte de alimento e berçário de várias espécies marinhas.

Figura 17: área de influência direta do estuário do rio Apodi-Mossoró uso e ocupação

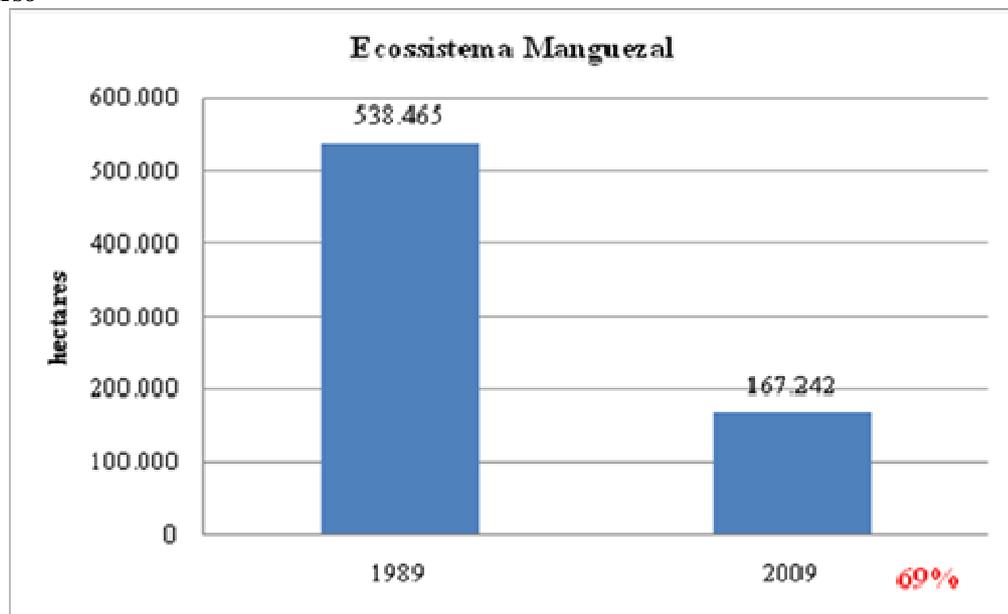


Fonte: Imagem Quicbird do acervo da Prefeitura Municipal de Areia Branca, ano 2005.

Além do desmatamento do manguezal, a extração de sal também vem sendo responsável pela salinização das águas do lençol freático. Assim é que na cidade de Mossoró, em grande parte abastecida pelo aquífero jandaíra, vem sendo constatada perda da qualidade

da água de consumo público ao longo do tempo (IDEMA, 2008). Não obstante, a implantação e expansão da carcinicultura, também, contribuíram: (1) na devastação do manguezal, (2) no fechamento das gamboas, impedindo a penetração das águas das marés no mangue, além, da (3) poluição do canal situado no estuário, através de restos de rações, antibióticos, hormônios, excremento e metabissulfito de sódio. Este diminui o oxigênio dissolvido na água, acarretando a mortandade de peixes, caranguejos e moluscos, traduzindo-se em consequência danosas para a pesca artesanal (IICA, 2009).

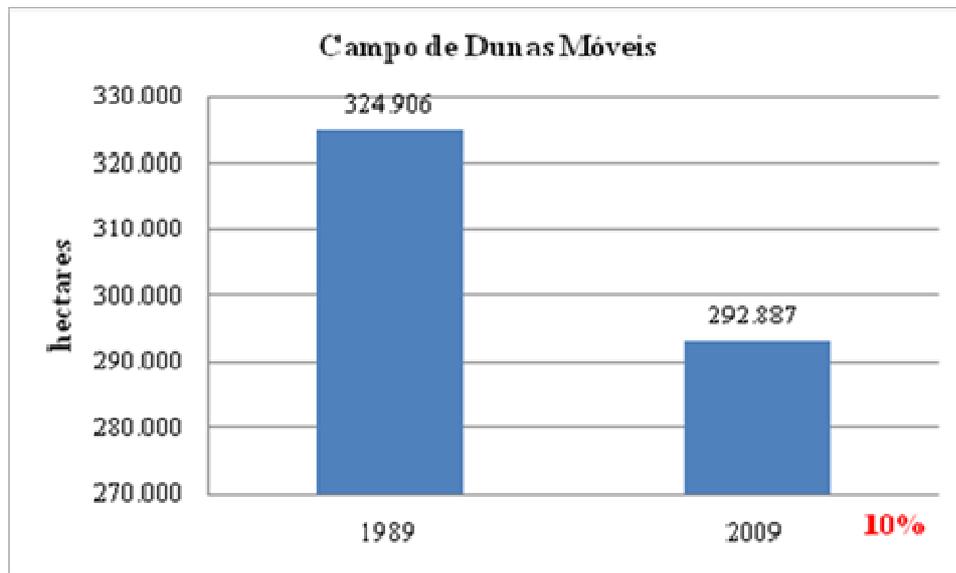
Gráfico 8: Representação da área de abrangência do ecossistema manguezal e sua redução em 20 anos no baixo curso



Nota: Em 20 anos a área do manguezal reduziu 69%. Fonte: dados produzidos por Rocha, A.B., para essa pesquisa.

Em relação à subunidade dunas móveis (Gráfico 9), a análise espaço-temporal realizada indicou a abrangência de 324 mil hectares, em 1989, de dunas do tipo barcana ou barcanoide e 292 hectares em 2009, sendo o decréscimo total da ordem de 10%. A ocupação na faixa litorânea ganhou impulso nos últimos anos em função do turismo, contribuindo para a diminuição do campo de dunas, devido à instalação de infraestrutura de suporte, inclusive sem considerar as características locais e as normas ambientais. A expansão da atividade salineira também acentuou a degradação.

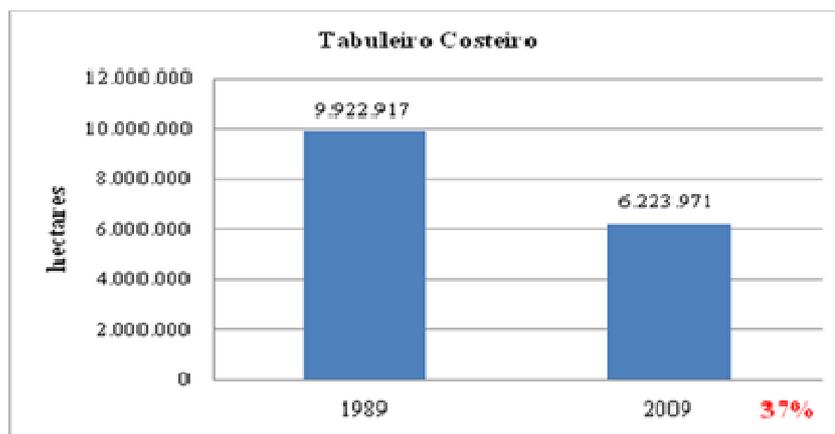
Gráfico 9: Representação da área de abrangência das dunas móveis e sua redução em 20 anos no baixo curso



Nota: Em 20 anos a área do campo de dunas móveis reduziu 10%. Fonte: dados produzidos por Rocha, A.B., para essa pesquisa.

O tabuleiro litorâneo, em 1989, abrangia uma área de 9,9 milhões de hectares, reduzindo para 6,2 milhões em 2009 (Gráfico 10). Essa redução de 37% está relacionada à retirada de sedimentos, à erosão, vazamento de óleo, crescimento das atividades turísticas e outras pressões de uso.

Gráfico 10: Representação das áreas de abrangência do tabuleiro e sua redução em 20 anos no baixo curso



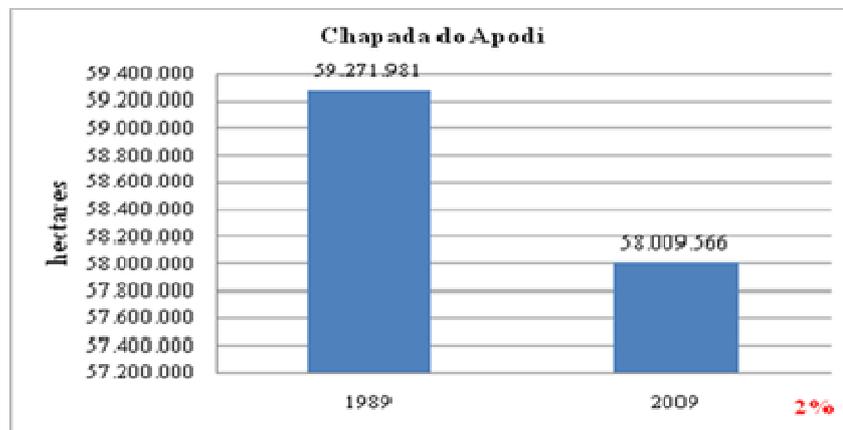
Nota: Em 20 anos a área do tabuleiro costeiro reduziu 37%. Fonte: dados produzidos por Rocha, A.B., para essa pesquisa.

Em termos percentuais, a área da chapada do Apodi também sofreu redução de 2% nesses vinte anos (Gráfico 11). Esta se deu, sobretudo, pelo desmatamento, queimadas que se realiza em função do uso na construção civil ou como matriz energética (lenha),

exploração de calcário, petróleo e gás natural, extração de areia, construção e expansão de estradas, implantação de atividades econômicas e industriais.

Segundo os dados do IDEMA (2008) a indústria petrolífera, perfurou 11.147 poços no entorno do estuário do Rio Apodi-Mossoró, a maioria situada no município de Mossoró. Quanto à produção de gás natural, houve triplicação em apenas um ano, sendo o município de Areia Branca o maior produtor. As atividades da Petrobrás têm provocado uma série de impactos ambientais, como vazamentos de óleo na Chapada do Apodi e nos tabuleiros costeiros, os quais eventualmente alcançam as águas estuarinas.

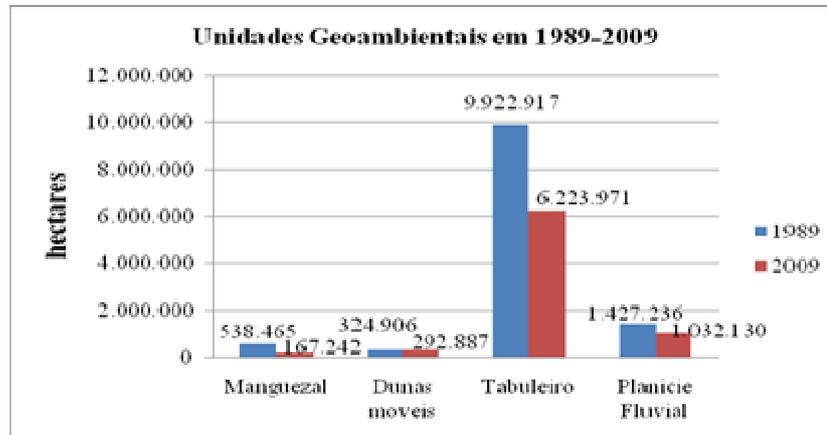
Gráfico 11: Representação das áreas de abrangência da chapada do Apodi e sua redução em 20 anos no baixo curso



Nota: Em 20 anos a área da chapada do Apodi reduziu 2%. **Fonte:** dados produzidos por Rocha, A.B., para essa pesquisa.

Observando a representação geral de cada unidade geoambiental (Gráfico 12) foi possível identificar as alterações de cada ambiente a partir da dinâmica do uso e ocupação.

Gráfico 12: Representação geral das Unidades Geoambientais no baixo curso do rio Apodi-Mossoró em 20 anos em hectares



Nota: Em 20 anos a área das unidades geoambientais. **Fonte:** dados produzidos por Rocha, A.B., para essa pesquisa.

Percebe-se através do Mapa 8 que os usos e ocupações, em 20 anos tiveram crescimento significativo, observados principalmente através da delimitação dos municípios do baixo curso. A perfuração dos poços de petróleo em 1989 concentrava-se apenas na área conhecida como Canto do Amaro (Mapa 7) já em 2009 a perfuração chega até o litoral de Areia Branca, e com o aumento da atividade salina o ecossistema manguezal sofreu redução bastante considerável, ver-se, também, que áreas de apicum passaram a ser utilizadas para o desenvolvimento da atividade carcinicultora. As áreas ocupadas pelas atividades de cultura perene aumentaram 126% no período, a atividade petrolífera 1.847%, a atividade salineira 25,5% e a carcinicultura 2%. Ainda neste mapa as atividades estão mapeadas de acordo com o limite dos municípios inseridos no baixo curso, nota-se que em Mossoró destaca-se com as três atividades econômicas: carcinicultura, petróleo, salinas, já em Areia Branca, petróleo e salinas industriais, no município de Grossos as salinas industriais e artesanais, enquanto que em Serra do Mel a base econômica depende da agricultura de sequeiro. Sem dúvida, quando a dinâmica do uso e ocupação não leva em consideração a fragilidade ambiental do ambiente em que se inserem os impactos tornam-se cada vez mais evidentes.



 Universidade Federal do Ceará

 Programa de Pós-Graduação em Geografia

 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental

Uso e ocupação do baixo curso do rio Apodi-Mossoró

DISSERTAÇÃO ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN (1989-2009)

Autora: Alessandra Bezerra da Rocha

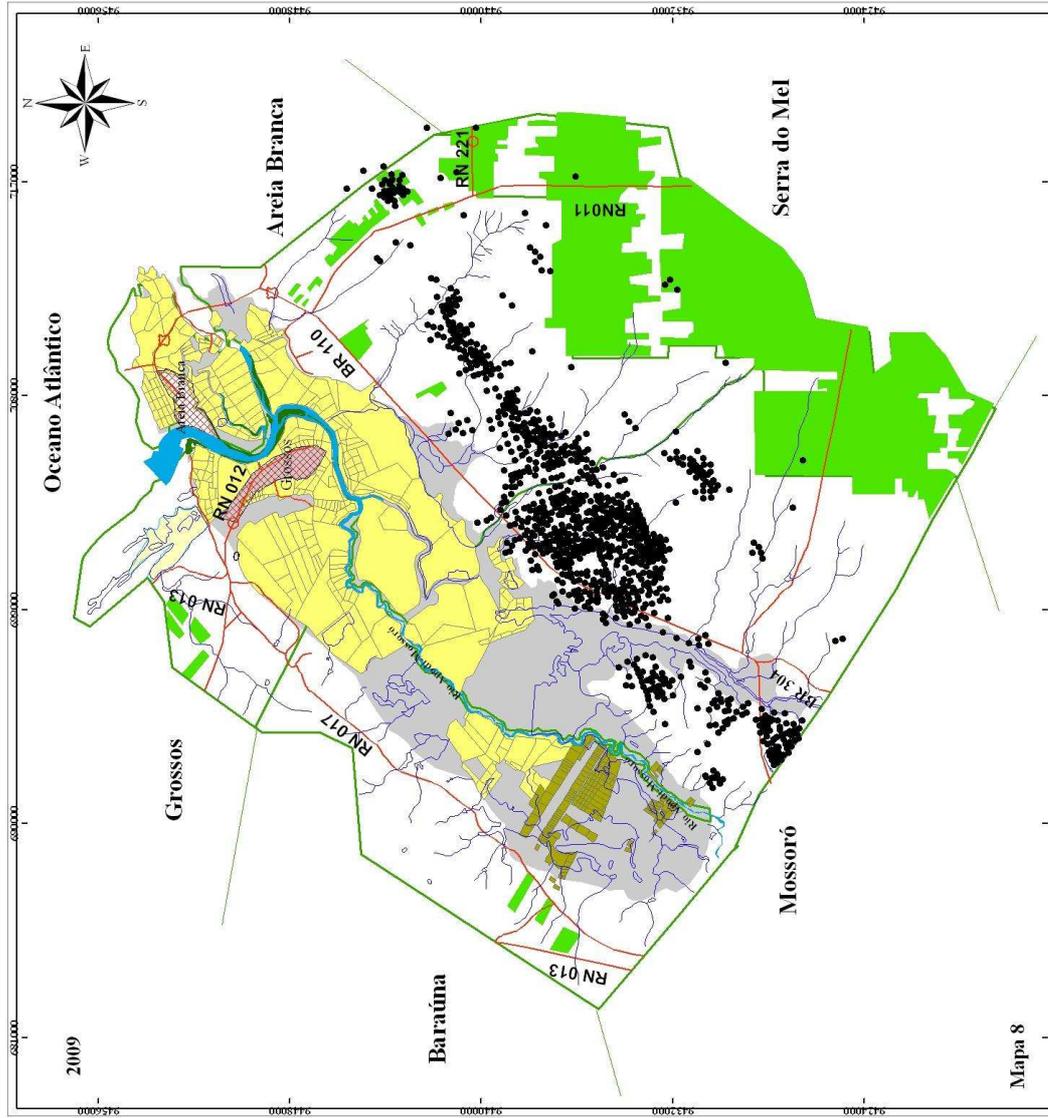
 Orientadora: Prof.ª Maria Célia Luchiani Sales

Convenções Cartográficas

- Limite Municipal
- Rede Viária
- Curso de água Intermitente
- ▨ Sedes Municipais

Legenda Temática Sintética

- Poços de Petróleo
- Ecosistema Manguezal
- Cultura Perene
- Cultura Ciclica
- Salinas Artesanais
- Salinas Industriais
- Carcinicultura
- Planície Flúvio-Marinha



Fonte: - Carta topográfica - Artificação das folhas topográficas da SERHID (SF-24-X-D-1 e SB-24-X-B-IV) Área Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projção UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° w, 2003) e Imagem de satélite Landsat TM 1989 resolução 30m e trabalho de campo.

 Elaboração: Alessandra Bezerra da Rocha

6.1 Fragilidade, Classificação e Dinâmica dos Geoambientes

Assim, cada ambiente foi classificado como: baixa (Chapada do Apodi), média (Tabuleiro) e alta fragilidade (Ecossistema manguezal, dunas móveis e planície flúvio-marinha), levando em consideração, as análises feitas na bacia do Apodi-Mossoró por Baccaro (2007) a capacidade de suporte e a resiliência de cada ambiente, bem como, as características físicas do baixo curso.

A alta fragilidade ambiental da planície flúvio-marinha estão diretamente relacionada com seu frágil equilíbrio ecológico e uso inadequado e sem medidas de preservação (BACCARO, 2007). Constitui-se, das praias e dos campos de dunas onde as declividades não ultrapassam os 2%, composta pelos sedimentos Quaternários recobertos pelo mangue, vegetação halófito e algumas espécies xerófila. Área de concentração salina e de fazendas de camarão, atividades estas que tem alterado quase que totalmente os canais do estuário. Dentre os impactos levantados durante os trabalhos de campo pode-se apontar: assoreamento, contaminação das águas estuarinas, desmatamento, alteração do leito maior e menor do rio e degradação do manguezal. Por ser uma área instável, mutável e dinâmica, faz-se necessário um constante monitoramento dos processos dinâmicos e do uso e ocupação.

Na planície flúvio-marinha os principais impactos identificados durante os trabalhos de campo foram: erosão, inundação no núcleo urbano de Grossos e Areia Branca durante o período de chuva, remoção da cobertura vegetal (mata ciliar e do ecossistema manguezal) poluição das águas por esgotos domésticos e industriais, crescimento da atividade turística e captação de água sem fiscalização e outorga. É *mister* um controle mais efetivo do uso e ocupação desta área, observando as potencialidades: turismo ecológico e cultural, pesca artesanal, extrativismo da carnaúba. Articulando crescimento econômico com o desenvolvimento sustentável no mesmo grau de importância, reconhecendo seus limites e possibilidades.

Na Chapada do Apodi os diversos tipos de uso e ocupação, justificam sua potencialidade, mas este ambiente está sendo dilapidado, sem perspectiva de preservação. A degradação é perceptível: contaminação das águas superficiais por esgotos doméstico, industrial e fossas, exploração imobiliária, erosão laminar e em sulcos, lixo, possibilidade de contaminação por vazamento de petróleo nas áreas de dutos e desmatamento da caatinga. Se a exploração destas áreas continuarem no mesmo ritmo, poderá comprometer a sustentação socioeconômica em espacial das comunidades locais.

Estes ambientes apesar de frágil apresentam potencialidades ambientais possíveis de serem exploradas adequadamente, desde que se leve em consideração as características físicas, conservacionista e a recuperação das áreas degradadas, que requer: implantação de saneamento básico nas cidades e comunidades locais, fiscalização ambiental mais efetiva, adequação e seguimento das normas estabelecidas no Plano Diretor dos Municípios e no Zoneamento Ecológico-Econômico, incentivo as associações comunitárias, maior participação da população local no desenvolvimento do turismo ecológico e cultural, criação de programas de desenvolvimento para artesãos, pescadores, jovens, saneamento básico, criação de unidades de conservação e recuperação das áreas de preservação permanente.

A síntese das informações analisadas neste trabalho encontra-se na tabela 8, onde estão expostas as fragilidades, potencialidades e algumas propostas de conservação e recuperação das áreas degradadas.



Universidade Federal do Ceará
 Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Linha de Pesquisa - Dinâmica Territorial e Ambiental
Mapa 9: Áreas de Fragilidade Ambiental do baixo curso do Rio Apodi-Mossoró

DISSERTAÇÃO: ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO BAIXO CURSO DO RIO APODI-MOSSORÓ-RN (1989-2009)

Autora: Alessandra Bezerra da Rocha
 Orientadora: Prof.ª Maria Célia Linhares Sales

Convenções Cartográficas

- Praias
- Rede Viária
- Falésias
- Curvas de nível
- Curso de água intermitente
- ▣ Sedes Municipais

Legenda Temática Sintética

Unidades Geoambientais	Níveis de Fragilidades
Ecosistema Manguezal	Alta
Campo de Dunas Móveis	
Planície Fluvio-Marinha	
Tábuleiro Litorâneo	Média
Chapada do Apodi	Baixa



Fonte: - Carta topográfica - Articulção das folhas topográficas da SERHID (SE-24-X-D-1 e SE-24-X-B-IV Areia Branca em meio digital, escala 1:100.000), Projeção UTM, Zona 24 sul e meridiano central 39° w, 2003) e Mapa geomorfológico do projeto RADAMBRASIL, folhas SE-24-25, Jaguaribe/Natal, escala 1:100.000. Imagem de satélite Spot resolução 10m, 2009. Elaboração: Alessandra Bezerra da Rocha

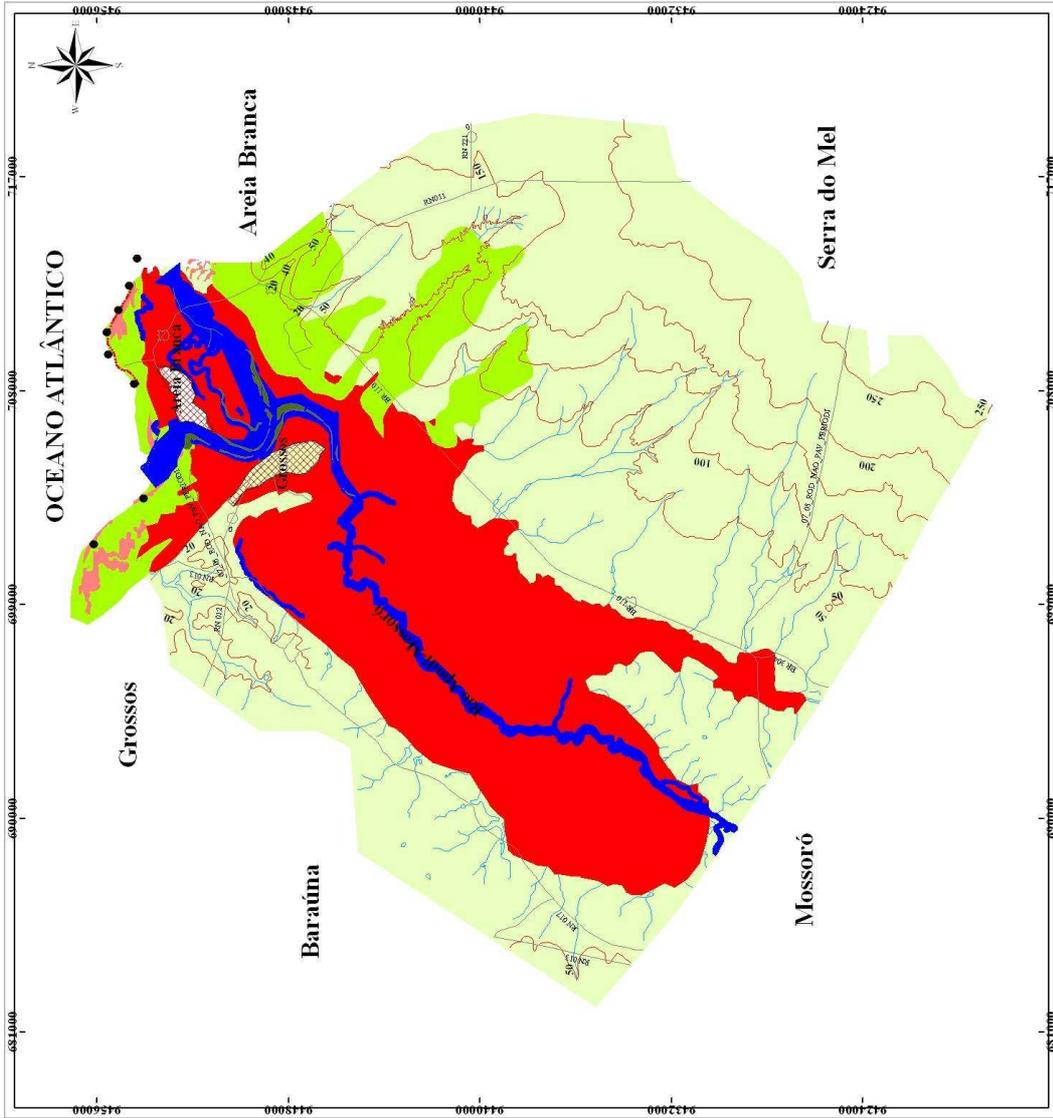


Tabela 8: Síntese das informações da análise multitemporal do baixo curso do rio Apodi-Mossoró (1989-2009)

Unidades Morfoescultural	Capacidade produtiva dos recursos naturais		Uso do solo	Impactos e riscos a ocupação	Proposta de Conservação Recuperação de áreas degradadas
	Potencialidades	Limitações/fragilidade	Rural e Urbano		
Tabuleiro Litorâneo Dunas, falésias e manguezal	Desenvolvimento sustentável da indústria salineira. Exploração sustentável do petróleo. Exploração sustentável do aquífero dunário. desenvolvimento do turismo ecológico e cultural. Desenvolvimento da pesca sustentável. Extrativismo sustentável da carnaúba. Patrimônio paisagístico; recursos hídricos subterrâneo; educação ambiental	Contaminação da águas superficiais pelas salinas, esgotos e efluentes das fazendas de camarão. Saneamento básico inexistente. Desmate e aterro dos manguezais. Assoreamento dos canais. Diminuição da capacidade pesqueira. Exploração imobiliária em áreas de risco (dunas, praias e falésias). Sujeita a vazamento de Petróleo. Área portuária com vazamento de óleo na água. Contaminação do aquífero dunário; Forte vulnerabilidade ambiental, baixo suporte para edificações, alta susceptibilidade a poluição dos solos e dos recursos hídricos.	Exploração de Petróleo Salinas Fazenda de Camarão Extrativismo da Carnaúba Pesca artesanal Cidades Pesqueiras (Areia Branca e Grossos)	Assoreamento, desmatamento, mortandade de peixe, desaparecimento de espécies, poluição do leito fluvial, interrupção do deslocamento das dunas por ocupação desordenada, redução do ecossistema manguezal.	Implantação de saneamento básico nas comunidades e cidades locais; fiscalização ambiental mais efetiva; adequar e seguir as normas do ZEE-IDEMA; Incentivar as associações comunitárias; maior participação da população local no desenvolvimento do turismo; criar programas e desenvolver o turismo; criar programas e desenvolver outras fontes de energia (energia solar); tratamento do rio e esgoto; criar unidades de conservação, preservar as áreas de APPs.
Planície Fluvio-Marinha	Desenvolvimento sustentável da indústria salineira. Exploração sustentável do petróleo. Exploração sustentável do aquífero dunário. Desenvolvimento do turismo ecológico e cultural. Desenvolvimento da pesca sustentável. Exploração adequada de areia e argila.	Assoreamento do canal do Apodi-Mossoró. Inundação das Várzeas nas áreas urbanas Remoção da cobertura vegetal/manguezal Poluição das águas Superexploração e contaminação dos aquíferos Erosão marginal. Alteração do leito maior e menor, erosão e decomposição	Extração de areia Pecuária semi-extensiva Agricultura de Vazante salinas, carcinicultura	Assoreamento, desmatamento, mortandade de peixe, desaparecimento de espécie, poluição do leito fluvial	Tratamento de lixo e esgoto. Fiscalização ambiental mais acirrada no fundo do vale. Normatização. Criar Parques e Reservas Ambientais nos perímetros dos núcleos urbanos (Areia Branca e Grossos).
Chapada do Apodi	Cultivo de culturas comerciais. Expansão do plantio de caju, algodão e mamona. Exploração sustentável dos Aquíferos Jandaíra e Açú para irrigação e uso doméstico. Exploração adequada do calcário, areia Extrativismo sustentável da carnaúba.	Rebaixamento dos aquíferos Jandaíra e Açú. Contaminação das águas superficiais pelo esgoto doméstico, industrial e fossas. Contaminação dos solos. Exploração imobiliária sem controle ambiental Erosão laminar e em sulcos.	Agricultura de sequeiro (caju), Agricultura de subsistência Pecuária semi-extensiva Exploração de petróleo Exploração de areia Mineração Povoados, comunidades e Influência da cidade de Mossoró.	desmatamento, queimadas, salinização do solo, esgotos, lixo, aterramento de lagoas, contaminação dos corpos hídricos	Controle do uso da água dos aquíferos e pesquisas para a avaliação do potencial. Saneamento básico e tratamento do lixo. Evitar desmatamento e queimadas Fiscalização e orientação ambiental. Programas de distribuição das águas para as comunidades. Orientação e programas de apoio para as propriedades rurais. Plano diretor e fiscalização para os centros urbanos.

Fonte: baseada na metodologia de Nogueira (2009), Bacarro (2005) e pesquisa de campo (2009 e 2010). Para as propostas de conservação e degradação levou-se em consideração: Código Florestal, da Resolução CONAMA, da Política Nacional de Meio Ambiente, da Política Nacional de Recursos Hídricos e dos trabalhos de campo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho discutiu-se sobre a evolução recente do baixo curso do rio Apodi-Mossoró nos últimos vinte anos, a gênese da Bacia Potiguar, o contexto hidroclimático, as características pedológicas, vegetacionais, as características das unidades geoambientais: planície flúvio-marinha, tabuleiro litorâneo e a Chapada do Apodi. Buscou-se destacar também, as potencialidades e as fragilidades ambientais de cada área, as pressões de uso e ocupação, o grau de degradação em hectares tendo como recurso o geoprocessamento, as imagens de satélites e certificação por trabalho de campo.

O resultado do balanço hídrico climatológico indicou que o baixo curso do rio Apodi-Mossoró é semiárido, e que não é apenas a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região, mas a sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, resultando em secas periódicas, e na diminuição das chuvas do interior para o litoral. A área em estudo apresenta os três critérios estabelecidos pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI, 2004) responsável pela nova delimitação das regiões semiáridas, ou seja, precipitação pluviométrica média anual inferior a 800mm, índice de aridez de até 0,5 e risco de seca maior que 60%.

O baixo curso está sob fortes pressões de uso e ocupação: salinas, carcinicultura, petróleo, agricultura, não existindo cumprimento das leis ambientais quanto às áreas de APP. A recuperação das áreas degradadas auxiliaria diretamente na melhoria do estado ambiental da bacia, uma vez que seria recuperado o ecossistema manguezal e a vegetação de caatinga.

As mudanças periódicas no regime de precipitações, a diminuição no aporte de sedimentos produzidos pelo barramento do fluxo fluvial, promoveram a formação de diversos bancos arenosos no entorno do estuário por diminuição da competência fluvial, causando mudanças na morfologia de fundo as quais promoveram o surgimento de processos erosivos na margem direita e esquerda do rio Apodi-Mossoró.

No estuário, a construção dos diversos barramentos por parte dos donos das salinas para reter água tem contribuído para o avanço da água do mar no canal estuarino, ampliando a salinidade, sufocando o ecossistema fluvial de água doce no ecossistema flúvio-marinho. Ampliando o setor estuarino e a degradação socioambiental. Fato também relevante é que a atividade salineira é responsável por 69% da redução das áreas do manguezal no baixo curso do rio Apodi-Mossoró, diferente de outros estados brasileiros como o Ceará, evidenciado em Carvalho-Neta (2008) que indica que a degradação do manguezal está relacionada à atividade carcinicultura.

As propostas de conservação e recuperação do baixo curso foram elaboradas e pensadas a partir dos resultados obtidos com o cruzamento dos mapas temáticos, do Código Florestal, da Resolução CONAMA, da Política Nacional de Meio Ambiente, da Política Nacional de Recursos Hídricos e dos trabalhos de campo.

Ressalta-se, que através da análise ambiental, foi possível o estudo multitemporal da dinâmica do uso e ocupação do baixo curso do rio Apodi-Mossoró, e das características da bacia, tendo como resultado a visualização, a espacialização das áreas com baixa, média e alta fragilidade ambiental.

Entende-se que as diferentes formas de uso vem alterando a dinâmica natural da área de estudo, contribuindo na intensificação dos processos fluviais, na deposição de sedimentos, no escoamento concentrado, no assoreamento, na erosão, destruição da mata ciliar e do ecossistema manguezal. Estas alterações no baixo curso do rio Apodi-Mossoró correspondem a modificações muito significativas na morfologia original e na dinâmica dos processos geomorfológicos, na taxa de descarga fluvial média anual e na taxa de transporte de sedimentos. Esses fatos associados aos ambientes de ocupação inadequados promovem o surgimento de áreas com elevado comprometimento da qualidade ambiental.

Espera-se que o comitê da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró aprovado recentemente (10/09/2010), possa instigar os municípios a fazer uma gestão integrada e participativa de tão importante recurso hídrico para a região.

E que os resultados apresentados possam auxiliar outros estudos e que mediante as perspectivas de ampliação das atividades já desenvolvidas, os gestores avaliem e analisem a capacidade de suporte e as resiliências dos geoambientes, buscando minimizar os impactos negativos derivados das atividades produtivas, considerando a variável ambiental, o planejamento, a execução de programas que visem o uso sustentável e o progresso social.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**: Geomorfologia. São Paulo: Usp-igeog, 1969. (18).

_____. A. N. **1987**. Gênese de uma nova região siderúrgica: acentos e distorções de origem, na faixa Carajás, São Luis. *Para Desenvolvimento*, Belém, 22:3-15.

_____. A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil. Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo. Ateliê Editorial, 2003.

ANDRADE-LIMA, D de. 1981 - *The caatinga dominium*. **Revista Brasileira Botânica** 4: 149-53.

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. *A Formação Barreiras*. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Recife: UFPE/DEGEO, 1991. p. 77-88 (**Estudos Geológicos - série B, Estudos e Pesquisas, 10**). Disponível em: <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/guspvc/v6n2/02.pdf>, acesso em 10 de agosto de 2010.

ARAÚJO, A. B. de – Análise Caracterização da dinâmica da foz do rio Apodi, região de Areia Branca/RN, com base na cartografia temática multitemporal de produtos de sensores remotos – Natal-RN, 2006. **Dissertação** (Mestrado em Geociências) – Departamento de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ARGELIM, L.A. A, MEDEIROS, V.C, NESI, J.R 2006 – Programa Geologia do Brasil – PGB. **Projeto Geológico e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte**. Escala 1:500.000. Recife – CPRM/FAPERNA. 2006. 1mapa color.

AZEVEDO, R. P. de; ROSSETTI, E. L.; NEPOMUCENO FILHO, F.; CAPUTO, M. V. Modelamento Tectônico, origem e evolução da Bacia de Barreirinhas. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 1985-2, Belém, SBG-Núcleo Norte, v.1, p.208-221.

BACCARO, C. A. D. Relatório Técnico do Projeto de Zoneamento Ambiental da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró. Mossoró – Rn – **Fapern** - CNPq. (2006).

BELTRAME, A. da V **Diagnóstico do meio físico de Bacias Hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

BERTONI & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985, 368p.

BERTRAND, J. Paysage et Geographie Physique Globale. *Revista Geographie de Pyrénées et du Sud Ouest*, 1968.

BRASIL. DECRETO Nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicado no Diário Oficial da União de 20 de junho de 1984. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/documentos.aspx?tipo=2>. Último acesso em 08.11.2010.

BRASIL. DECRETO Nº 5.334 de 6 de janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga

o art. 22 do Decreto Nº 89.817 de 20 de julho de 1984. Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicado no Diário Oficial da União de 07 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/documentos.aspx?tipo=2>. Último acesso em 08.11.2010.

BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. Bahia. VII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, SBG, 11-13, 1999.

CARNEIRO, C. D. R., HAMZA, V. M; ALMEIDA, F. F. M de. Ativação tectônica, fluxo geotérmico e sismicidade no Nordeste oriental brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 19, número 3, setembro 1989.

CBERS – China-Brazil Earth Resources Satelites. Imagens de satélites disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>.

CHORLEY, R, J. 1962: Geomorphology and general systems theory. **US Geological Survey Professional Paper 500-B**, 1-10.

CLAUDINO SALES, V. **Les littoraux du Ceará**: evolution geomorphologique de la zone côtière de l'Etat du Ceará, Brésil – du long terme au court terme. Thèse de Doctorat, Université Paris Sorbonne, Paris : 2002.511p.

CLAUDINO SALES, V. e Pelvast J. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil - **Revista de Caminhos de Geografia**, 2007, vol 7, nº 20. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>, acesso em 10 de agosto de 2010.

CREPANI, E. Zoneamento Ecológico-Econômico. Apud FLORENZANO, T. (org) - Geomorfologia Conceitos e tecnologias atuais, oficina de texto, São Paulo, 2008.

CODERN – 2010 - **Companhia Docas do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <www.codern.com.br/portodeareia.html> acesso em 10 de outubro de 2010.

CUNHA, L.H. & COELHO, M. C. N. – Política e Gestão Ambiental p.43-76 **in Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. Organizadores: CUNHA, Sandra Baptista e GUERRA, Antonio José Teixeira. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003.

CRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher Ltda, 1999, 236p.

CROSTÁ, Á. P. – **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto** – Unicamp – Campinas – 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio Janeiro: Embrapa Solos, 1999.il.

FELIPE, J. L. A **Notas para a geografia física de Mossoró**, col. Mossoroense, vol 63, Mossoró-RN, 1978.

FELIPE, J. L. A. **A organização do espaço urbano de Mossoró**. Coleção Mossoroense, série C. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1982.

FREITAS FILHO, Manuel R. de; **Dinâmica espaço-temporal da paisagem de um enclave úmido no semiárido cearense como subsídio ao zoneamento ambiental: as marcas do passado na APA da Serra de Baturité-CE**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2011 (Tese de Doutorado). 185p.

FILGUEIRA, R. F.; BACCARO, C. M. D.; SOUZA, F. V. S. de; ATTADEMO, F. L. N.; OLIVEIRA, S. K. de.; FRANCA, J. **Zoneamento ambiental da foz do rio Apodi-Mossoró: versão preliminar**. Mossoró, RN: UERN, 2005. 52p.

GRIGIO, A. M. 2003. Aplicação do Sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): Simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. **Dissertação** (Mestrado). PPGG/UFRN. Natal, UFRN 2003.

GRIGIO, A. M.. Evolução da paisagem do baixo curso do rio Piranhas-Assu (1988-2004): Uso de autômatos celulares em modelos dinâmico espacial para simulação de cenários futuros. 2008. 217 f. **Tese** (Doutorado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand, 1997.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico do Brasil. Rio de Janeiro. (1980, 1990, 2000, 2010).

IBGE Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. (1 de julho de 2008). Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso 11 de outubro de 2010.

IBGE, Manual Técnico de Uso da Terra – n7 – Manuais técnicos em Geociências – Rio de Janeiro – 2006. ISBN 85-240-3867-5 (CD-ROM) - ISBN 85-240-3866-7. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm>. Acesso: 10 de outubro de 2010.

IBGE, Cartas Topográficas, formato vetorial, extensão DGN, disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/arquivos/index1.shtm>), acesso 10 de outubro de 2010.

IICA e SEPLAN - **Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Mossoroense**, Natal, RN – 2009. 353p.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente 1999. Informativo municipal: Mossoró, Vo.05p1-14. Disponível em <http://www.idema.rn.gov.br>.

IDEMA, Relatório de Avaliação da situação sócio-econômica-ambiental do Estuário do Apodi-Mossoró. **IDEMA, RN. 2008, 61p.**

IDEMA, Diagnóstico e vulnerabilidade ambiental dos estuários do RN. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente - IDEMA. Projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico dos estuários do estado do Rio Grande do Norte e dos seus entornos, SUGERCO/IDEMA. **Relatório Final**. Natal, 2002. Disponível em <www.idema.rn.gov.br/arquivos/14/.../RELATORIO%20FINAL.doc>. Acesso: 25 de janeiro de 2009.

IDEMA, Anuário estatístico 2005: Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

LANDSAT -5, 7. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/catalogo>. Acesso em 17 de julho de 2007.

LINS, R. C.; ANDRADE, G. O. de. Os rios da Carnaúba (I): O rio Mossoró (Apodi). 3 ed. Mossoró/RN: Fundação Guimarães Duque: Fundação Vingt-un Rosado, 2001 (Coleção Mossoroense, Série "C", v. 1206).

MA - Ministério da Agricultura através da Divisão de Pesquisa Pedológica (DPP). (Ex-EPFS). Levantamento Exploratório - reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte, solos são da Divisão de Pesquisa Pedológica (MA, 1971) do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (Ex-EPE) do Ministério da Agricultura e da Divisão de Agroecologia da SUDENE, através dos Convênios: MA/EPE-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL — Subprojeto II/1 — Suporte ao Mapeamento Esquemático dos Solos do Nordeste. Em 1967/681971.

MABESOONE, J. M; CAMPOS E SILVA, A; BEURLIN, K. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. In.: **Revista Brasileira de Geociências** n2, p.173-188.1972.

MATOS, R.M. D. **Tectonic evolution of the equatorial south atlantic**, American geophysical union, 2000.

MEDEIROS, M. L. – **Estudo Multitemporal da dinâmica espacial do estuário Potengi/RN, utilizando como base os dados de Sensoriamento Remoto**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MEIRELES, A. J. A. Geomorfologia e dinâmica ambiental da planície litorânea entre as desembocaduras dos rios Pacoti e Ceará, Fortaleza – Ceará. In: Geonotas – Revista UEM/Maringá. Vol 5; Nº 1 – jan/mar 2002.

MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica. Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **Revista RA'EGA: O espaço geográfico em análise**. Curitiba, PR: Departamento de Geografia/ UFPR, v.3, n3, p.67- 89, 1999.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 5 ed. São Paulo: Hucitec, 1998. 269 p.

MILANI, E. J.; Brandão, J. A. S. L.; Zalán, P. V.; Gamboa, L. A. P. *Brasilian Journal of Geophysics*. 2000, 18(3), 351-396.

MMA – Ministério do Meio Ambiente – Núcleo do Bioma Caatinga – acesso em 05.10.2010, disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=203>

NASCIMENTO, F. R. Recursos naturais e desenvolvimento sustentável: subsídios ao gerenciamento ambiental na sub bacia do baixo Pacoti-CE. **Dissertação** (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação, UECE, Fortaleza, 2003.

NETA, M. de L. C. Evolução Geomorfológica atual e análise ambiental da Foz do rio Jaguaribe, **Dissertação** (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFC, Fortaleza, 2007.

NEVES, C.A. O. Análise do trinômio geração – migração – acumulação de hidrocarbonetos na Sequência Continental da Bacia Potiguar emersa, Nordeste do Brasil. 1987.71f. **Dissertação** (Mestrado em Geologia) – da Universidade Federal de Ouro Preto. 1987.

OLIVEIRA, A.I.; LEONARDO, O.H. **Geologia do Brasil**. 2ª edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1943.

PARANHOS FILHO, A. C. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado, introdução às geotecnologias**, Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008.

PARANHOS FILHO, A.C.; TORRES, T.G.; LASTORIA, G.; RONDON, M.A da C., SOUZA, A. Contribuição a aplicação prática da lei 8.433/1997: definição da localização dos divisores de bacia. IN: 4º Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental. Ribeirão Preto. 2005 (c).

PEGADO, C. M. A; ANDRADE, L. A. de; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasília**. vol.20 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2006. ISSN 0102-3306

RADAMBRASIL, 1981. Levantamento de Recursos Naturais – Geologia/Geomorfologia/Pedologia/Vegetação/Usos Potenciais da Terra. Rio de Janeiro/RJ: Ministério das Minas e Energia, v. 23 – **Folhas SB. 24/25** – Jaguaribe/Natal, 740p.

RESOLUÇÃO Conama nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de maio de 2002. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em 20 de março de 2007.

ROCHA, A. B.; BACCARO, C. A. D.; SILVA, P. C. M.; CAMACHO, R. G. V. Mapeamento Geomorfológico da bacia do Apodi-Mossoró - RN – NE do Brasil. **Revista Mercator**, ano 8, n16, p201-216.2009.

ROCHA, A. B. da. Caracterização climática do Estuário do rio Apodi-Mossoró-RN. Artigo. In.: **IX Simpósio de Climatologia Geográfica – Climatologia e Gestão do Território** – 26 a 30 de setembro de 2010 – Fortaleza, Ceará – Brasil.

ROCHA, A. P. B.. **Expansão urbana de Mossoró (período de 1980 a 2004): geografia dinâmica e reestruturação do território**. Coleção Mossoroense. Natal, RN: EDUFRN, 2005.

ROSADO, V. No País de Mossoró: Um Centenário. Uma Fábrica de Barrilha, Uma Refinaria de Petróleo. Coleção Mossoroense, Série C, Vol. XXXIII, 1974.

SALES, M. C. L. Estudos Climáticos, Morfo-Pedológicos e Fito-Ecológicos no núcleo de desertificação de Irauçuba – Ceará, 2003, 130p. **Tese de Doutorado** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo.

SANTOS, C. D. dos. Difusão do consumo produtivo: reflexos na economia urbana de Mossoró (RN), 2010.2651f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. 2010.

SANT'ANNA NETO, J. L.. **Ritmo Climático e a gênese das chuvas na Zona Costeira Paulista**. 1990, 168 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, P. P. dos. **Evolução Econômica do Rio Grande do Norte**. 2ª ed. Natal: Departamento de Imprensa do Estado, 2002.

SERHID Plano Estadual de Recursos Hídricos do RN – Relatório Síntese – HE1358 – R30-1198, Hidroservice, 1998.

SILVEIRA, I.M.; VITAL, H.; AMARO, V.E., 2001. Vulnerabilidade e Sensibilidade da Região Costeira de Guamaré-RN. 17º Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas, p.41.

SILVEIRA, I.M, 2002. Estudo Evolutivo das Condições Ambientais da Região Costeira do Município de Guamaré – RN. Dissertação de Mestrado, PPGG, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 172p

SPOSITO, M. E. B.. O desafio metodológico da abordagem interescalar no estudo das cidades médias no mundo contemporâneo. **Cidades** (Presidente Prudente), v. 3, p. 143-157, 2006.

SUDENE – **Levantamento Exploratório de solos do Estado do Rio Grande do Norte**, Recife – PE 1971.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1222 p., 1998.

SOUTO, M.V.S. 2002. Análise Multitemporal dos Elementos Geoambientais da Dinâmica Costeira da Região de Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN, com Base em Produtos de Sensoriamento Remoto e Integração em um Sistema de Informações Geográficas. **Relatório de Graduação**. Natal, UFRN 2002.

SOUTO, M. V. S. Análise multitemporal dos elementos geoambientais da região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, município de Macau/RN. **Dissertação** (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

SRTM – **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em <http://seamless.usgs.gov>. Acesso em 29.06.2010.

TERRAVIEW. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/terraview>. Acesso em 20 de março 2007.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. The Geographical Review, XXXVII, New York, 1948. p. 55-94.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. Centerton, New Jersey, v. VIII, p.1, 1955. 84p.

VITAL, H. Relatório Parcial de Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do RN, 2004, **Sub-projeto: estudo batimétrico e sedimentológico dos estuários / braço de mar do estado do RN**, Produtos: Carta Batimétrica para o Estuário Apodi-Mossoró; Instituição Responsável: IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Instituição Executora; FUNPEC - Fundação Norte Rio Grandense de Pesquisa e Cultura, vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

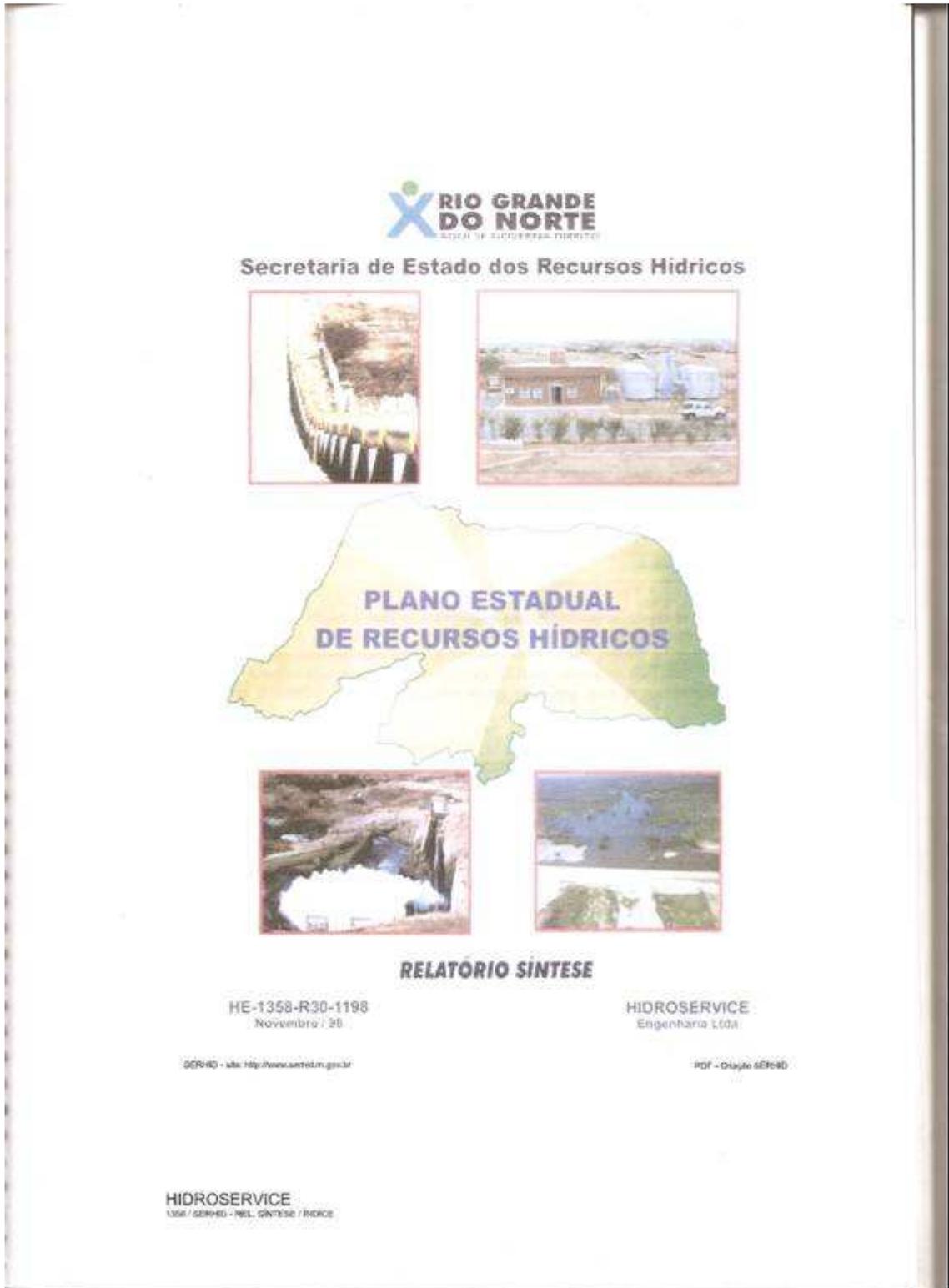
VITAL, H. 2005. Rio Grande do Norte. In: MUEHE D (Ed.). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. MMA. P. 159-176.

VITAL, H.; AMARO, V.E. & Silveira (2006a) – Coastal erosion on the Rio Grande do Norte State (Northeastern Brazil): Causes and factor versus effects associated processes. *Journal of Coastal Research*, SI39:1307-1310.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**, Ed. do autor, Rio de Janeiro, 2001, 227 p

Anexos

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos



ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

2.1 BACIA 01 - APODI-MOSSORÓ

• Superfície

A bacia ocupa uma superfície de 14.276 km², correspondendo a cerca de 26,8% do território estadual.

• Clima

Predominância do tipo **BSw'h'**, da classificação climática de Köppen, caracterizado por um clima muito quente e semi-árido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono. No extremo sudoeste da bacia, correspondendo às suas nascentes, ocorre o tipo **Aw'**, caracterizado por um clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa se adiantando para o outono.

Na maior parte da bacia, as chuvas anuais médias de longo período situam-se em torno de 700 mm, havendo pequena área, nas proximidades da foz e na região a leste do trecho médio do rio do Carmo, onde descem a 600 mm. Na parte alta, a montante da localidade de Tabuleiro Grande, há um aumento até cerca de 900 mm, com pequena área, na região alta de Martins, onde chegam a 1.100 mm.

• Geomorfologia

A metade meridional desta bacia é composta pelas unidades Depressão Sertaneja e Planaltos Residuais. A primeira, caracteriza-se por um relevo predominantemente tabular, algumas vezes com formas convexas e poucas áreas com relevo aguçado (maciços e inselbergues). A segunda, que constitui as feições mais elevadas da bacia, caracteriza-se por superfícies tabulares, limitadas por escarpas erosivas, com topos planos de origem sedimentar.

A porção centro-norte da bacia é constituída pela Superfície Cárstica, que se caracteriza por ampla superfície pediplanada e, subordinadamente, por relevos tabulares pouco dissecados e pouco profundos.

No extremo norte, junto à foz do rio Apodi, ocorre a Faixa Litorânea, representada por uma planície flúvio-marinha, ladeada pelos Tabuleiros Costeiros, superfície pediplanada, contígua à Superfície Cárstica.

• Geologia

A feição geomorfológica Depressão Sertaneja, do ponto de vista geológico, é relacionada a litologias Pré-Cambrianas dos complexos Caicó e Seridó, compreendendo migmatitos, gnaisses migmatizados, granitóides, anfíbolitos, quartzitos, metarcóseos, calcários cristalinos e rochas calcossilicáticas, ocorrendo, ainda intrusões de rochas plutonianas e filonianas, principalmente, granitos sintetônicos e pós-tectônicos.

Os sedimentos que caracterizam os topos dos Planaltos Residuais são relacionados à Formação Serra do Martins, do Terciário, caracterizada por arenitos caulínicos, grosseiros e conglomeráticos na base, arenitos ferruginosos mal estratificados e lateritas.

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

O extenso platô que caracteriza a Superfície Cárstica é constituído por um pacote sedimentar clástico (siltitos, arenitos e arenitos calcíferos) da Formação Açú, que se sobrepõe ao embasamento cristalino e encontra-se recoberto pela Formação Jandaíra, constituída por calcários biodásticos, calcarenitos e calcários dolomíticos, com clásticos como acessórios.

Nos Tabuleiros Costeiros expõem-se os sedimentos do Grupo Barreiras, onde predominam rochas areno-argilosas, com colorações variadas, de esbranquiçadas a avermelhadas.

Na Faixa Litorânea ocorrem Aluviões, constituídos por sedimentos de origem flúvio-marinha, e as Dunas Móveis, associadas com as areias inconsolidadas de praias.

Solos

As unidades de mapeamento, que constituem o mapa pedológico (E-1:500.000), apresentam a dominância das classes de solos relacionadas a seguir, junto com as respectivas áreas e os percentuais de suas distribuições na superfície da bacia:

Classes de Solos	Área	
	km ²	%
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	3.992,9	28,0
Cambissolo Eutrófico	2.707,0	19,0
Bruno Não Cálcico	1.674,0	11,8
Solos Litólicos Eutróficos	1.528,2	10,7
Rendzina	963,2	6,7
Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	683,0	4,8
Latossolo Amarelo Distrófico	503,9	3,5
Vertissolo	296,0	2,1
Solonchak Sódico	269,5	1,9
Solonetz Solodizado	218,4	1,5
Regossolo Eutrófico	206,3	1,4
Solos Aluviais Eutróficos	170,4	1,2
Planossolo Solódico	148,9	1,0
Lagoas/Agudes	916,3	6,4
Total	14.276,0	100,0

Referência: Relatório HE-1358-R03-0397.

Terras para Irrigação

As unidades de mapeamento, que constituem o mapa de terras para irrigação (E-1:500.000), apresentam a dominância das classes de terras relacionadas a seguir, junto com as respectivas áreas e os percentuais de suas distribuições na superfície da bacia:

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

Classes de Terras	Área	
	km ²	%
Classe 2	1.833,1	12,9
Classe 3	3.021,6	21,2
Classe 4	4.645,0	32,5
Classe 5	75,5	0,5
Classe 6	3.784,5	26,6
Lagoas/Açudes	916,3	6,4
Total	14.276,0	100,0

Referência: Relatório HE-1358-R03-0397.

• Uso do Solo

Na tabela a seguir, consta a distribuição espacial das diversas classes de uso do solo, identificadas na bacia:

Classes de Uso do Solo	Área	
	km ²	%
Castings Arbórea	587,3	4,1
Castings Herbácea-Arbustiva	3.377,8	23,7
Castings Antropizada	7.644,1	53,7
Campo Cerrado	21,1	0,1
Salinas/Áreas Salinizadas	240,2	1,4
Dunas/Áreas	0,4	-
Agricultura	1.440,8	10,1
Áreas Urbanas	48,0	0,3
Lagoas/Açudes	916,3	6,4
Total	14.276,0	100,0

Referência: Relatório HE-1358-R03-0397.

• Áreas Protegidas

- Sítios Naturais:

- **Lagoa de Lajes** - município de Alexandria;
- **Lajedo de Soledade** - município de Apodi;
- **Poço Feio, Lajedo e Grutas de João Oliveira, Lajedo Grande, da Chuva e Abismos das Abelhas** - município de Governador Dix-Sept Rosado;
- **Gruta de Martins e Casa de Pedra** - município de Martins;
- **Águas de Fontes Termiais** - município de Caraúbas;

- Áreas de Reserva Florestal em Assentamentos:

- **Aurora da Serra (72,4 ha), Lagoa do Clementino (50,6 ha) e Soledade (216,2 ha)** - município de Apodi;

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

- **Ponta do Mel** (340,3 ha) e **Serra Vermelha** (551,8 ha) - município de Areia Branca;
- **Serra de João do Vale** (112,0 ha) e **São Paulo** (250,3 ha) - município de Campo Grande;
- **Pico Estreito** (267,3 ha) - município de Baraúnas;
- **Favela** (570,0 ha), **Hipólito** (927,0 ha) e **Lagoa Xavier** (249,0 ha) - município de Mossoró.

• **Recursos Hídricos Superficiais**

- Rede Hidrológica

Na bacia existe uma estação meteorológica operada pelo INEMET - Instituto Nacional de Meteorologia e pela ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, recomendando-se a instalação de outras duas.

A bacia conta com 45 postos pluviométricos que, na sua maioria, são operados pela EMPARN.

A rede fluviométrica constitui-se de 7 postos operados pelo DNAEE, recomendando-se a instalação de outros três.

Recomenda-se também o controle das vazões de entrada e saída dos principais açudes, além do próprio nível dos reservatórios.

- Disponibilidade Superficial

Pela aplicação de um modelo chuva-deflúvio, foram determinadas as séries naturais de longo período (1936-1989) em todos os locais de interesse para os estudos. Os deflúvios médios nos principais postos fluviométricos da bacia são:

Rio	Posto	Área de Drenagem (km ²)	Vazão Média	
			(m ³ /s)	(lit/s/km ²)
Apodi	Prú dos Ferros	2.073	6,70	3,23
Apodi	Santa Cruz	4.411	12,85	2,91
Apodi	Pedra de Abelha	6.622	15,64	2,36
Apodi	Mossoró	9.571	17,60	1,84
Carmo	Upinema	1.621	3,71	2,29

Referência: Relatório HE-1358-R08-1297.

- Açudes

Na bacia foram cadastrados 618 açudes, totalizando um volume de acumulação de 469.714.600 m³ de água. Isto corresponde, respectivamente, a 27,4% e 10,7% dos totais de açudes e volumes acumulados do Estado.

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

Os açúdes com capacidade de acumulação superior a 10 milhões de m³ estão indicados no Quadro 2.1 com sua localização, volumes e vazões regularizadas com níveis de garantia de 100%, 95%, 90% e 85%.

QUADRO 2.1

AÇÚDES COM CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO SUPERIOR A 10 MILHÕES DE M³

Açúde	Município	Volume (m ³ x 10 ³)	Descarga Regularizável (l/s)			
			Níveis de Garantia			
			100%	95%	90%	85%
Apanha-Pelox	Caraúbas	10.000	26	32	38	43
Bonito II	São Miguel	10.865	26	34	36	40
Do Brejo	Olho d'Água do Borges	17.000	29	34	39	42
Lucrécia	Lucrécia	27.270	31	41	45	48
Marcelino Vieira	Marcelino Vieira	11.200	46	65	74	77
Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	54.846	513	630	679	734
Rodeador	Umarizal	17.000	115	152	165	175
Santa Cruz do Apodi ⁽¹⁾	Apodi	500.000	4.460	5.390	6.040	6.700
Santo Antônio das Caraúbas	Caraúbas	11.110	11	16	20	21
Umarí ⁽¹⁾	Upanema	164.594	806	1.080	1.200	1.310

Referência: Relatórios HE-1358-R03-0397 e HE-1358-R20-0988-R1.
⁽¹⁾ Em construção.

- Operação do Sistema de Açúdes

A operação do conjunto de açúdes com capacidade de acumulação superior a 10 milhões de m³, foi simulada com base nas séries de vazões naturais e chuvas e nos padrões de evaporação, tendo em vista atender as demandas de abastecimento urbano e rural, e de irrigação, considerando os horizontes dos anos 2000, 2010 e 2020.

Como critério de garantia foi estabelecido que as demandas de irrigação deveriam ser atendidas em 95% do tempo, sendo que nos 5% restantes o atendimento teria que ser de pelo menos 50% dos seus valores. As outras demandas deveriam ser atendidas integralmente em 100% do tempo. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Demanda	Valor Previsto (l/s)			Valor Atendido (l/s)		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
Irrigação	2.317,49	4.272,44	6.992,44	1.792,91	3.151,92	5.665,41
Abastecimento	227,58	269,02	299,15	219,32	242,52	268,97

Referência: Relatório HE-1358-R20-0988-R1.

- Regionalização de Vazões

Os estudos de regionalização, realizados para definir as equações que permitam determinar a vazão média e o desvio-padrão da série anual, em qualquer local da bacia, indicaram, como expressão básica de melhor ajuste, a seguinte equação:

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

$$Q = k \cdot P^a \cdot A^b$$

onde:

Q = vazão média em m³/s;

P = precipitação média anual de longo período em mm;

A = área de drenagem da bacia em km², e,

k, a, b : coeficientes, cujos valores obtidos foram:

Vazão Média	k = 1,99 . 10 ⁻¹²	a = 3,144	b = 0,994
Desvio-Padrão	k = 4,419 . 10 ⁻¹²	a = 2,389	b = 0,978

Referência: Relatório HE-1358-R23-0998.

Pequena e Média Açudagem

Foram estabelecidas curvas, relacionando o volume disponível em um açude (já descontada a redução por assoreamento) e a vazão anual regularizada, para vários níveis de garantia, a partir das quais foi feita a determinação da vazão anual regularizada em cada açude existente na bacia, com volume maior do que 0,1 x 10⁶ m³ e menor do que 1,0 x 10⁶ m³. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Volume Total Original (10 ⁶ m ³)	Volume Total com Assoreamento (10 ⁶ m ³)	Vazão Regularizada (m ³ /s) Nível de Garantia		
		95%	90%	85%
308,3	198,8	0,727	0,926	1,369

Referência: Relatório HE-1358-R19-0998.

Recursos Hídricos Subterrâneos

As disponibilidades e potencialidades dos aquíferos da bacia, com a indicação da profundidade média de poços e sua produtividade e da qualidade da água, reproduzem-se no Quadro 2.2 a seguir apresentado.

Tomando em conta que um grande número de poços não tem informado o aquífero captado, decidiu-se adotar a postura linear de repartir as disponibilidades proporcionalmente às áreas dos aquíferos, nos municípios e nas bacias, realizando, em cada caso, os ajustes e correções que fossem necessários.

Igual critério foi adotado para a estimativa das potencialidades nos municípios e nas bacias.

Aspectos Sócio-Políticos

No Quadro 2.3 apresenta-se a relação dos municípios que estão localizados na bacia, total ou parcialmente, bem como as populações urbana e rural neles residentes quando do censo de 1996 e suas projeções para os anos 2000, 2010 e 2020. As projeções foram efetuadas através do método dos componentes demográficos, levando em consideração as tendências de variáveis demográficas (fecundidade, mortalidade e migração) e a formulação de hipóteses de comportamento futuro.

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

QUADRO 2.2

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DA BACIA 01 - APODI - MOSSORÓ

Aquíferos	Área de Ocorrência (km ²)	Disponibilidade (hm ³ /ano)	Potencialidade (hm ³ /ano)	Prof. Média dos Poços (m)	Possibilidades dos Poços (m ³ /h)	Resíduo Seco (mg/l)	Tipo da Água
Dunaa	49,8	0,00	0,34	5	1	< 250	C1S1
Aluviais	581,7	0,05	14,61	6 - 30	10 - 30	250 a 2.000	
Barreira	710,1	1,20	13,00	40 - 60	2 - 5	250 a 500	C2S1 a C3S1
Jandala	5.445,2	9,56	19,84	50 a 150	10 a 50	500 a 4.000	C1S1 a C5S4
Areia	7.062,4	44,27	3,02	50 a 1.200	10 a 100	250 a 2.000	C2S1 a C3S2
Cristalina	7.393,0	4,26	4,26	50	1 - 2	500 a 2.000	
Total		68,33	55,07				

Referência: Relatório ME-1558-R15-0888

HIDROSERVICE
USUÁRIO: JERONIMO - DEL. SIVITERE / INDICE

014

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

QUADRO 2.3
BACIA 01 – APODI-MOSSORÓ
MUNICÍPIOS E RESPECTIVAS POPULAÇÕES TOTAL, URBANA E RURAL (1996-2020)

Municípios	1996			2000			2010			2020		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Açu (1)	2.208	1.500	1.008	2.684	1.770	914	3.145	2.482	663	3.506	3.080	425
Agua Nova	13.585	8.417	5.168	13.041	8.556	4.525	11.944	8.755	3.189	10.595	8.470	2.125
Alexandria	5.347	3.052	2.295	5.149	3.091	2.058	4.701	3.153	1.548	4.170	3.081	1.089
Almirante Afonso	7.000	2.888	4.202	6.828	2.808	3.930	6.233	2.916	3.317	5.528	2.809	2.700
Arabião Martins	30.414	15.539	14.875	20.288	16.510	12.778	26.741	18.380	8.361	23.720	18.716	5.004
Apodi	19.575	17.011	2.564	19.031	17.009	2.022	17.824	17.022	802	17.185	17.039	105
Área Branca (2)	3.074	0	3.074	3.188	0	3.188	3.422	0	3.422	3.454	0	3.454
Barauna (3)	9.372	4.236	5.136	9.767	4.639	5.128	10.719	5.710	5.009	11.238	6.625	4.613
Campo Grande (4)	20.387	11.874	8.483	20.583	12.889	7.694	21.298	15.434	5.864	21.539	17.338	4.192
Caridade	4.484	1.633	2.851	4.318	1.745	2.573	3.943	2.005	1.938	3.497	2.141	1.356
Coronel João Pessoa	6.317	2.355	3.962	6.083	2.577	3.506	5.554	3.065	2.489	4.927	3.350	1.577
Doutor Sylviano	4.658	2.143	2.516	4.486	2.116	2.370	4.096	2.267	1.829	3.634	2.328	1.306
Encanto	6.734	3.176	2.558	5.521	3.249	2.272	5.041	3.381	1.660	4.472	3.325	1.147
Francisco Dantas	9.001	1.493	1.508	2.890	1.860	1.201	2.635	2.036	602	2.340	2.084	256
Francisco Gomes	4.539	2.823	1.916	4.371	2.662	1.678	3.680	2.810	1.180	3.540	2.798	741
Gov. Dix-Sept Rolando	11.218	5.709	5.509	11.893	6.374	5.578	13.531	8.210	5.421	14.890	9.903	4.987
Grassano (5)	7.427	5.607	1.820	7.574	5.890	1.774	7.976	6.312	1.664	8.151	6.841	1.310
Itaú	5.424	4.284	1.170	5.886	4.794	1.102	7.130	6.213	617	8.201	7.482	709
Jardim	6.005	3.814	2.191	6.059	4.197	1.862	6.252	5.072	1.180	6.308	5.623	685
João Dias	2.375	1.044	1.331	2.287	1.222	1.065	2.088	1.848	241	1.852	1.639	213
João da Penha	5.445	2.872	2.573	5.244	3.037	2.207	4.785	3.347	1.441	4.247	3.394	800
Lucélia	3.065	1.872	1.193	3.154	1.902	1.192	3.381	2.195	1.185	3.486	2.362	1.132
Luz Gomes	6.871	5.634	3.237	9.131	6.272	2.859	9.766	7.903	1.983	19.111	8.856	1.255
Mejor Sales	2.846	1.803	1.037	2.824	2.009	915	3.134	2.499	635	3.238	2.836	402

Referência: Relatório HC-1333-R09-0208

Observações:

- (1) A área do município pertence também à Bacia 2.
 (2) A área do município pertence também à Bacia 15 (16.3).
 (3) A área do município pertence também às Bacias 2 e 15 (15.1).

- (4) A área do município pertence também à Bacia 2.
 (5) A área do município pertence também à Bacia 15 (15.2).

ANEXO A – Plano Estadual de Recursos Hídricos

QUADRO 2.3
BACIA 01 – APODI-MOSSORÓ
MUNICÍPIOS E RESPECTIVAS POPULAÇÕES TOTAL, URBANA E RURAL (1996-2020)

Municípios	1996			2000			2010			2020		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
	Marcílio Vieira	8.067	3.510	4.557	7.768	3.716	4.052	7.053	4.159	2.834	6.291	4.320
Marina	7.556	3.475	4.081	7.215	3.517	3.758	8.043	3.618	3.027	5.892	3.559	2.333
Mossoró (6)	3.532	2.548	986	3.640	2.792	848	3.910	3.396	554	4.046	3.712	334
Mossoró (8)	202.687	190.045	12.622	214.381	201.174	13.207	244.440	228.784	14.656	265.711	250.208	15.503
Chão d'Águas do Borges	4.789	3.073	1.716	4.972	3.317	1.598	5.423	4.135	1.268	5.863	4.699	964
Paraná	3.352	592	2.760	3.228	691	2.537	2.947	875	1.972	2.515	1.237	1.378
Paraná (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Patu	11.057	8.549	2.509	10.647	8.575	2.072	8.740	6.740	962	9.200	8.931	269
Patu das Feras	22.072	19.483	2.589	23.183	20.898	2.287	25.917	24.328	1.589	27.681	26.633	1.048
Pilões	2.553	1.734	819	2.914	2.067	847	3.960	3.090	880	5.119	4.258	861
Portalegre	6.412	2.716	3.696	6.492	3.203	3.289	6.742	4.471	2.271	6.832	5.460	1.372
Rafael Fernandes	3.816	1.918	1.898	4.252	2.285	1.966	5.485	3.416	2.069	6.590	4.650	2.000
Rafael Godinho	2.941	1.656	1.285	2.832	1.770	1.062	2.596	1.966	620	2.293	1.967	326
Rancho do Cruz	2.652	2.069	583	2.753	2.270	483	2.965	2.766	274	3.088	2.856	142
Riochão de Santana	4.023	1.470	2.553	4.078	1.727	2.352	4.249	2.439	1.810	4.312	3.071	1.241
Rosário Fernandes	5.998	4.241	1.757	6.664	4.945	1.719	8.538	6.974	1.564	10.345	9.038	1.307
São Francisco do Oeste	3.233	2.095	1.147	3.630	2.557	1.073	4.769	3.931	838	5.917	5.330	579
São Miguel	18.589	9.072	9.517	18.651	9.938	8.713	19.834	12.220	7.414	19.930	14.132	5.798
Serra do Mel (8)	2.321	0	2.321	2.196	0	2.196	1.869	0	1.869	1.526	0	1.526
Serra do Mel (9)	4.117	1.894	2.223	3.964	1.920	2.044	3.620	1.974	1.646	3.212	1.843	1.369
Serviano Melo	10.347	2.157	8.190	9.983	2.113	7.850	9.097	2.420	6.668	8.060	2.670	5.390
Taboleiro Grande	2.140	1.023	1.117	2.203	1.704	498	2.362	2.000	272	2.441	2.308	133
Temente Amâncio	8.727	5.219	3.508	8.403	5.500	2.903	7.673	5.955	1.718	6.895	5.879	927
Umarizal	10.819	8.665	2.154	10.418	8.592	1.826	9.650	8.977	823	8.438	8.185	253
Upanema (9)	10.230	5.776	4.454	11.694	6.845	4.849	16.029	10.199	5.840	20.690	14.135	6.555
Ventosa Ver	2.929	1.429	1.500	2.970	1.383	1.587	3.083	1.928	1.168	3.140	2.226	914
Vitosa	1.594	1.376	218	1.863	1.636	204	2.059	1.644	395	2.525	1.644	881
Total	559.280	396.822	162.458	672.626	422.484	150.142	610.746	489.296	121.450	633.378	536.940	96.439

Referência: Relatório PE-1339-R03-0208

Observações:

- (8) A área do município pertence também à Bacia 15 (15.1 e 15.2);
- (9) A área do município pertence também à Bacia 2.

- (8) A área do município pertence também às Bacias 2 e 15 (15.2);
- (9) A área do município pertence também à Bacia 2.

ANEXO B- Histórico sobre a construção do Porto Ilha

PORTO DE AREIA BRANCA

ORIGEM

A construção do porto-ilha de Areia Branca resultou da necessidade de suprir a demanda de sal marinho no mercado interno brasileiro. Dentre as hipóteses analisadas prevaleceu a da execução do sistema ilha artificial, sendo o projeto elaborado pela empresa norte-americana Soros Associates Consulting Engineers. O Decreto nº 66.154, de 3 de fevereiro de 1970, aprovou a constituição da empresa de economia mista Termisa – Terminais Salineiros do Rio Grande do Norte S.A. e, em maio de 1971, as obras foram iniciadas. Após um período de paralisação, tiveram prosseguimento a partir de fevereiro de 1973 e findaram em março de 1974. Decorridos seis meses de testes, o porto foi inaugurado em 2 de setembro de 1974. Em 20 de janeiro de 1978, a Termisa foi transformada, por sua Assembléia Geral de Acionistas, em Companhia Docas do Rio Grande do Norte.



ADMINISTRAÇÃO

O porto é administrado pela Companhia Docas do Rio Grande do Norte (Codern).

LOCALIZAÇÃO

Está localizado a 26km a nordeste da cidade de Areia Branca (RN), ficando o porto-ilha cerca de 14km distante da costa.

ÁREA DE INFLUÊNCIA

Todo o sal movimentado no porto-ilha é oriundo das salinas do Rio Grande do Norte, principalmente as de Macau, Mossoró e Areia Branca.

ÁREA DO PORTO ORGANIZADO

Conforme a Portaria-MT nº 1.028, de 20/12/93 (D.O.U. de 20/12/93), a área do porto organizado de Areia Branca, no estado do Rio Grande do Norte, é constituída:

- a) pelas instalações portuárias terrestres existentes na cidade de Areia Branca, às margens do rio Mossoró, limitada, ao norte, pela rua Cel. Raimundo Fernandes, a leste, pelo Cemitério São Sebastião e, a oeste, pelo matadouro municipal, bem como pelas instalações do porto-

ANEXO B- Histórico sobre a construção do Porto Ilha

ilha, situado a 14 milhas náuticas a nordeste de Areia Branca e a 28 milhas a noroeste de Macau, distando cerca de 8 milhas, ou 14km, em linha da costa do Rio Grande do Norte, definida pelas coordenadas geográficas latitude 04° 49' 06" S e longitude 37° 02' 43" W, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píeres de atracação e de acostagem, armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e ainda os terrenos ao longo dessas áreas e em suas adjacências pertencentes à União, incorporados ou não ao patrimônio do porto de Areia Branca ou sob sua guarda e responsabilidade;

- b) pela infra-estrutura de proteção e acessos aquaviários, compreendendo as áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse até as margens das instalações terrestres do porto organizado, conforme definido no item "a" acima, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela Administração do Porto ou por outro órgão do poder público.

ACESSOS

- **RODOVIÁRIO** – A cidade de Areia Branca está interligada por meio de rodovias federais e estaduais a diversos municípios do Rio Grande do Norte e ao estado limítrofe do Ceará. As RN-012 e RN-013 alcançam a BR-304, permitindo atingir Natal e Fortaleza. A BR-110 liga Areia Branca a Mossoró e daí a várias partes da região.
- **FERROVIÁRIO** – Não há.
- **MARÍTIMO** – Localizado em mar aberto, o porto-ilha não possui barra definida. O canal de acesso tem comprimento aproximado de 15km, profundidade mínima de 11m e largura variável entre 400m e 1.000m.

INSTALAÇÕES

Consistem em um sistema para carregamento de navios contendo uma ponte em estrutura metálica com 398m de comprimento, sendo a atracação realizada por meio de três dolphins com o auxílio de três bóias. O local, com profundidade de 15m, permite a operação de navios de até 35.000TPB. O cais de atracação de barcas, na face oeste do porto-ilha, tem extensão de 166m e profundidade de 7m, por onde o sal é descarregado para estocagem em um pátio com área de 15.000m² capacidade estática de 100.000t.

EQUIPAMENTOS

2 descarregadores de barcas, com capacidade de 350t/h e um descarregador de barcas com capacidade de 450t/h; 2 moegas sobre trilhos, com 10m³ de capacidade cada uma; 1 conjunto de esteiras transportadoras; 1 carregador de navios, com capacidade de 1.500t/h; 1 rebocador de 1.680H.P., com dois motores de 840H.P.; 1 barcaça graneleira, com capacidade para 1.320t; 1 lancha de passageiros, com dois motores de 375H.P. cada um. O porto possui também 2 pás carregadeiras e 2 tratores que operam no pátio de estocagem, na recuperação de pilhas de sal e carregamento de navios. Vale observar que a média diária de transferência de sal das salinas para o porto ilha é de 7.000t.

FACILIDADES

O terminal salineiro, com energia gerada por 3 grupos geradores, pode funcionar ininterruptamente 24h por dia tendo praticagem e rebocadores obrigatórios para atracação dos navios.

ANEXO B- Histórico sobre a construção do Porto Ilha

COMPANHIA DOCAS DO RIO GRANDE DO NORTE (CODERN)

Cais Tertuliano Fernandes, 81

CEP: 59655-000 – Areia Branca (RN)

PABX: (84) 332-2321

Tel.: (84) 332-2168e (84) 332-2178

Telefax: (84) 332-2399

www.codern.com.br/portodeareia.html

ANEXO C – Decreto sobre a Criação do comitê da Bacia Potiguar



Governo do Estado do Rio Grande do Norte
Gabinete Civil
Coordenadoria de Controle dos Atos Governamentais

DECRETO Nº 21.881, DE 10 DE SETEMBRO DE 2010

Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, no uso das atribuições que lhe confere o art. 64, V e VII, da Constituição Estadual e com fundamento no disposto na Lei nº 6.908, de 1º de julho de 1996, e no Decreto nº 13.284, de 22 de março de 1997,

DECRETA:

Art. 1º Fica criado o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, que passa a compor o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).

Art. 2º O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró é um órgão colegiado, com atribuições normativas, consultivas e deliberativas, no âmbito da respectiva Bacia Hidrográfica e vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH).

Art. 3º A área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, rio de domínio do Estado do Rio Grande do Norte, é definida pelos limites geográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, conforme Anexo I deste Decreto.

Art. 4º O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró será composto por representantes:

I - da União;

II - do Estado;

III - dos municípios de Assu, Água Nova, Alexandria, Almino Afonso, Antônio Martins, Apodi, Areia Branca, Baradna, Augusto Severo, Carábas, Cel. João Pessoa, Doutor Severiano, Encanto, Felipe Guerra, Francisco Dantas, Frutuoso Gomes, Gov. Dix-Sept Rosado, Grossos, Itau, Janduís, João Dias, José da Penha, Lucrecia, Luiz Gomes, Major Sales, Marcelino Vieira, Martins, Messias Targino, Mossoró, Olho d'Água dos Borges, Paraná, Paraú, Patu, Pau dos Ferros, Pilões, Portalegre, Rafael Fernandes, Rafael Godeiro, Riacho da Cruz, Riacho de Santana, Rodolfo Fernandes, São Francisco do Oeste, São Miguel, Serra do Mel, Serrinha dos Pintos, Severiano Melo, Taboleiro Grande, Tenente Ananias, Umarizal, Upanema, Venha Ver e Viçosa;

IV - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia; e

ANEXO C – Decreto sobre a Criação do comitê da Bacia Potiguar

V - dos usuários de recursos hídricos da bacia.

§ 1º O número de representantes, titulares e suplentes, mencionados neste artigo, bem como os critérios para a sua escolha e indicação, serão estabelecidos no Regimento interno do Comitê.

§ 2º O processo de escolha da primeira representação dos componentes enumerados nos incisos IV e V será coordenada pela Diretoria Provisória, que também se articulará com os poderes públicos federal, estadual e municipal para a indicação de seus respectivos representantes.

§ 3º Para coordenar e organizar o processo de instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, fica instituída uma diretoria provisória composta pelo Engenheiro Civil Carlos Ivan da Câmara Ferreira de Melo, como Presidente, e o Engenheiro Agrônomo Ramiro Gustavo Valera Camacho, como Secretário Geral, até a escolha e posse da diretoria definitiva, que deverá ser efetivada no prazo máximo de 12 (doze) meses.

§ 4º O processo de escolha e credenciamento dos membros representantes dos usuários e das entidades civis organizadas será público, com ampla e prévia divulgação.

§ 5º A participação no Comitê não será remunerada sob qualquer hipótese, sendo considerado seu exercício serviço público relevante.

Art. 5º O funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró será regido por seu Regimento Interno, em conformidade com os preceitos da Lei nº 6.908, de 1º de julho de 1996, e da Resolução CONERH nº 02, de 15 de dezembro de 2003.

Parágrafo único. O Regimento Interno do Comitê será aprovado por seus membros e publicado no Diário Oficial do Estado.

Art. 6º As reuniões do Comitê serão públicas, sendo sua convocação ampla e previamente divulgada.

Art. 7º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Palácio de Despachos de Lagoa Nova, em Natal, 10 de setembro de 2010,
189º da Independência e 122º da República.

DOE Nº. 12.293
Data: 11.09.2010
Pág. 01

IBERÊ PAIVA FERREIRA DE SOUZA
Lázaro Mangabeira de Góis Dantas