


Universidade Federal do Ceará

Programa de Pós Graduação em **GEOGRAFIA**

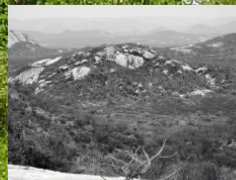
Centro de Ciências
Departamento de Geografia

Mestrado e Doutorado



RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO

ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS APLICADA AO PLANEJAMENTO: ESTUDO EM MACRO E MESOESCALA NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ, RN/BRASIL



FORTALEZA
2011

RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO

ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS APLICADA AO PLANEJAMENTO: estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN/Brasil

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

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Dinâmica Territorial e Ambiental

ORIENTADORA: Prof^ª Dra Fátima Maria Soares Kelting

FORTALEZA
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- C327a Carvalho, Rodrigo Guimarães de.
Análise de sistemas ambientais aplicada ao planejamento : estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi – Mossoró, RN/ Brasil / Rodrigo Guimarães de Carvalho. – 2011.
269 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2011.
Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.
Orientação: Profa. Dra. Fátima Maria Soares Kelting.
1. Bacias hidrográficas. 2. Mossoró, Rio (RN). 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Zoneamento. I. Título.

RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO

ANÁLISE DE SISTEMAS AMBIENTAIS APLICADA AO PLANEJAMENTO: estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN/Brasil

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

Aprovada em: _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Fátima Maria Soares Kelting
Orientadora
Universidade Federal do Ceará - UFC

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

Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva
Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA

Prof^a Dr^a Renata Mendes Luna
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Antonio Cezar Leal
Universidade Estadual Paulista - UNESP

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os encontros e todas as convergências que me impulsionaram para o alcance de mais esse objetivo profissional.

Agradeço aos professores que fazem o Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) pela atitude e ousadia de inovar com a abertura do primeiro curso de Doutorado em Geografia do estado do Ceará, condição que foi fundamental para possibilitar o início da minha jornada. Em especial, a minha orientadora, professora Fátima Maria Soares Kelting, por aceitar minha proposta já na seleção, e confiar na minha capacidade de trabalho durante todo o período de construção da Tese. Agradeço também, ao professor Cacau, pelas diversas conversas, pela amizade e pela leitura e ajuda na elaboração do texto. Ao professor Jeovah Meireles pela amizade. A professora Elisa Zanela por estar sempre próxima e disposta a ajudar.

Agradeço ao Departamento de Gestão Ambiental da Universidade do estado do Rio Grande do Norte. Mesmo sem a possibilidade de liberação para cursar o doutorado, o apoio e a compreensão de cada um dos professores(as) ajudou de forma incomensurável na conclusão de mais essa etapa da minha vida acadêmica.

Aos professores (as) Zoraide Pessoa, Alfredo Grégio, Mayra Nobre, Wendson Dantas, Melissa Pimenta e Jorge de Oliveira. De forma destacada, agradeço a Márcia Regina, Betânia Torres e Neto Vale, pelos momentos de amizade e descontração durante o período do doutorado. Outrossim, ao professor da UFPB, Joel Santos, pela amizade e pelas leituras e sugestões.

Agradeço a Paulo Cesar, professor da Universidade Federal Rural do Semiárido, pela disposição em ajudar logo no início da pesquisa. Os materiais geocartográficos foram muito importantes para dar agilidade ao processo inicial de formulação dos bancos de dados que fizeram parte da tese.

A banca de qualificação pela disposição e valiosas observações ainda com o trabalho em andamento. Agradeço aos professores Marcos Nogueira, Ramiro Gustavo, Alfredo Grégio e Cacau.

Agradeço a minha mãe, Maria Stella e ao meu pai, José Humerto (*in memoriam*) por terem sido providentes durante toda minha vida escolar e terem me

repassado lições de sabedoria, tanto com suas palavras como com as suas atitudes. As minhas irmãs, meus principais exemplos de obstinação e resultados. Aos meus sobrinhos pelos momentos de descontração, aos meus cunhados pela amizade. A minha esposa que passou três difíceis anos. Aprendi muito com sua perseverança e dedicação. Hoje, nossa principal vitória e nosso melhor presente, nossa filha Letícia.

Agradeço aos alunos do curso de Gestão Ambiental da UERN, pelos conhecimentos compartilhados. A minha bolsista PIBIC, Samylle Ruana, ao amigo Samuel Rodrigues, pelos geoprocessamentos da vida. A Dweynne e Diego, pela disposição e presteza na secretaria do Departamento de Gestão Ambiental. Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para agilizar este trabalho.

Agradeço também, as amigas Ponciana Freire, Maíra Cartaxo e Márcia Marques pelo convívio acadêmico durante a graduação e o mestrado. Sempre soaram palavras de incentivo entre nós.

Não poderia deixar de agradecer também, aos amigos de turma, a primeira turma do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFC. Sinto-me muito honrado de fazer parte desse time e deixo meus agradecimentos especiais àqueles que, sem dúvida, ainda farão parte da minha vida como amigos/professores (as): Carlrossandro, Aloysio, Fred, Juliana, Ernani e Paulo Thiers.

O doutorado encerra nosso ciclo de estudos acadêmicos de pós-graduação, mas é preciso lembrar que a cada dia podemos aprender algo novo, aguçar novos olhares, acreditar em novas possibilidades e em um mundo mais justo e fraterno para nossos filhos.

RESUMO

Esta tese teve como objetivo principal analisar os sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, em macro e mesoescalas, como forma de subsidiar o planejamento ambiental. Sabe-se que a escala sob a qual são desenvolvidos estudos ambientais integrados delinea o alcance e o aprofundamento dos resultados, repercutindo de forma direta no processo de planejamento ambiental que poderá ser adotado. A abordagem em macroescala (1: 250.000) foi direcionada ao estudo da região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHRAM), uma área em torno de 15.500 km². Já a abordagem em mesoescala (1:40.000), incidiu sobre o município de Grossos, posicionado no baixo curso da BHRAM, com uma área de 126 km². Os procedimentos metodológicos tiveram como eixo norteador a abordagem sistêmica. Entre as etapas mais importantes, pode-se destacar o levantamento de material bibliográfico e documental sobre a área de estudo, o levantamento de material geocartográfico, as pesquisas de campo, a análise e o mapeamento dos sistemas ambientais, a formulação dos índices temáticos e o zoneamento ambiental. Observou-se, no que concerne ao planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, que o tamanho da bacia e a quantidade de municípios existentes potencializam a utilização de índices multitemáticos como ferramentas para o diagnóstico ambiental. Os resultados da análise permitem uma apreciação de diretrizes para o macroplanejamento ambiental. Já no caso do município de Grossos, a análise em uma escala de maior detalhe possibilita uma melhor leitura do ambiente e uma maior precisão cartográfica, o que favorece o estabelecimento de uma proposta de zoneamento ambiental. Verifica-se que, por ser uma bacia de grande dimensão territorial, o planejamento ambiental deve ser desenvolvido tanto na macro, quanto na mesoescala. Na macroescala, as diretrizes gerais devem orientar e indicar as medidas a serem tomadas para melhorar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dentro de uma visão de totalidade. Já os municípios, por sua vez, devem promover diagnósticos com um nível de detalhe maior, permitindo assim a implementação de zoneamentos locais em consonância com as proposições alcançadas no macroplanejamento.

Palavras chave: Desenvolvimento Sustentável. Indicadores Ambientais. Zoneamento Ambiental. Bacia do rio Apodi-Mossoró. Município de Grossos.

ABSTRACT

This thesis had as its main objective the analysis of the environmental systems of the Apodi-Mossoró river watershed, in macro and mesoscales, as a way to subsidize environmental planning. It is known that the scale under which integrated environmental studies are developed outlines the reach and deepening of results, impacting directly on the environmental planning process that may be adopted. The macro scale (1:250,000) approach was used to the study of the Apodi-Mossoró river watershed, with an approximate area of 15,500 sqKm. On the other hand, the mesoscale (1:40,000) approach focused the municipality of Grossos, situated on the lower course of the watershed, with an area of 126 sqKm. Methodological procedures used the systemic approach as their guiding axle. Among the most important stages, we may highlight the survey of bibliographic and documentary material about the area of study, the survey of geo-mapping material, field research, analysis and mapping of environmental systems, formulation of thematic indexes and environmental zoning. It was noted, regarding the environmental planning of Apodi-Mossoró river watershed, that the size of the area and the amount of existing municipalities leverages the use of multi-thematic indexes as tools for environmental diagnosis. The results of the analysis enable an appraisal of guidelines for the environmental macroplanning. In the case of the municipality of Grossos, the analysis on a scale of greater detail enables a better understanding of the environment and greater cartographic accuracy, which favors the establishment of an environmental zoning proposal. It is noticed that, for being a large territorial dimension watershed, the environmental planning shall be developed at both the macro and mesoscales. In macro scale, general guidelines shall guide and indicate the measures to be taken to improve the socio-economic and environmental sustainability within a vision of wholeness. The municipalities, in turn, shall promote diagnostics with a greater level of detail, thus allowing the implementation of local zoning in line with the propositions reached in macroplanning.

Keywords: Sustainable Development. Environmental Indexes. Environmental Zoning. Apodi-Mossoró river Watershed. Municipality of Grossos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de informações para o planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	32
Figura 2– Níveis de informações para o planejamento ambiental do município de Grossos.....	33
Figura 3 – Bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Norte.....	37
Figura 4 – Localização da região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	37
Figura 5 – Localização do município de Grossos na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	38
Figura 6 – Municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró distribuídos em unidades de análise.....	49
Figura 7 – Estado do Rio Grande do Norte e suas divisões segundo as mesorregiões.....	61
Figura 8 – Estado do Rio Grande do Norte e sua divisão segundo as microrregiões.	62
Figura 9 – Distribuição espacial dos municípios na área de estudo.....	63
Figura 10 – Relação percentual entre os setores de contribuição na formação do PIB dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	68
Figura 11 – Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	68
Figura 12 – PIB per capita dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	69
Figura 13 – Arcabouço tectonoestrutural do estado do Rio Grande do Norte.....	71
Figura 14 – Litoestratigrafia da bacia Potiguar emersa.....	72
Figura 15 – Contexto geológico da área da bacia do rio Apdoi-Mossoró.....	74
Figura 16 - Afloramento da Formação Barreiras em área minerada no município de Grossos.....	75
Figura 17 – Modelo Digital de Terreno do RN. Seta 1 – Direção do rio Apodi-Mossoró; Seta 2 – Direção do rio do Camo.....	76
Figura 18 – Geomorfologia da área de estudo.....	79

Figura 19 – Imagens das paisagens da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	80
Figura 20 – Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, da área das nascentes até a desembocadura.....	81
Figura 21 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	82
Figura 22 – Temperatura anual média do estado do Rio Grande do Norte.....	84
Figura 23 – Precipitação anual média do estado do Rio Grande do Norte.....	84
Figura 24 – Normal pluviométrica e distribuição da pluviometria total em milímetros do ano de 2006 em 16 municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	86
Figura 25 – Recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.....	88
Figura 26 – Distribuição dos solos e áreas desmatadas até 2008 segundo MMA (2010).....	91
Figura 27 – Sistemas ambientais da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	94
Figura 28 – A) Maciço cristalino de Martins no período de maior pluviometria; B) Área desmatada na chapada do Apodi; C) Dissecação do relevo em área de microbacia em Caraúbas; D) Planície litorânea em Areia Branca.....	98
Figura 29 – Capacidade de Suporte dos sistemas ambientais na bacia do rio Apodi-Mossoró.....	99
Figura 30 – Desmatamento da vegetação ciliar em microbacia próximo ao maciço de Martins.....	104
Figura 31 – Ocupação indevida de APPs próximo a zona urbana de Mossoró.....	104
Figura 32 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	126
Figura 33 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do médio curso inferior da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	127
Figura 34 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do médio curso superior da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	128
Figura 35 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	129
Figura 36 – Distribuição de frequência das classes de Insustentabilidade(I4, I2 e I1) / Sustentabilidade (S4, S3, S2, e S1) nos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	130

Figura 37 – Classes de Insustentabilidade / Sustentabilidade definidas a partir da relação entre a capacidade de suporte e desmatamento nos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	132
Figura 38 - Matriz de integração dos dados referentes a situação de pressão socioeconômica, gestão ambiental, desmatamento e capacidade de suporte, nos municípios da BHRAM.	134
Figura 39 – Mapa base do município de Grossos - RN.	146
Figura 40 – Produto Interno Bruto dos municípios do Rio Grande do Norte / 2008.	148
Figura 41 – Produto Interno Bruto Per Capita dos municípios do Rio Grande do Norte / 2008.....	148
Figura 42 – Localização das comunidades existentes no município de Grossos, RN.	153
Figura 43 – Mapa geológico do município de Grossos, RN.....	155
Figura 44 – Mapa geomorfológico do município de Grossos, RN.....	157
Figura 45 – Mapa de solos do município de Grossos, RN.....	160
Figura 46 – Algarobas na faixa de bema e dunas frontais próximo a comunidade de Pernambuquinho, Grossos, RN, em janeiro de 2011.....	162
Figura 47 – Vegetação herbácea no setor de depressão interdunar, Grossos, RN.	163
Figura 48 – Busca de materiais arqueológicos no setor de depressão interdunar, Grossos, RN.....	163
Figura 49 – Algarobas no terraço marinho do município de Grossos, RN.....	163
Figura 50 – Remanescentes de carnaúba no segundo plano, próximos a comunidade de Valença, município de Grossos, RN.	164
Figura 51 - Modelo de fluxos de energia e matéria no litoral do município de Grossos, RN.....	166
Figura 52 – Evidências de erosão na faixa de praia do município de Grossos.....	167
Figura 53 – Dunas frontais com a presença de algarobas próximo a comunidade de Pernambuquinho, município de Grossos, RN.....	168
Figura 54 – Avanço dos sedimentos arenosos provenientes da faixa de praia sobre a rodovia litorânea, próximo a comunidade de Pernambuquinho, município de Grossos, RN.....	169

Figura 55 – Cadeia de dunas barcanóides próximo a comunidade de Areias Alvas, município de Grossos, RN.....	170
Figura 56 – Distribuição dos pontos de coleta de sedimentos na planície litorânea do município de Grossos, RN.....	172
Figura 57 – Layout do software ANASED com aspectos estatísticos da amostra 01.	173
Figura 58 – Vista dos quiosques abandonados próximo a comunidade de Pernambuco, município de Grossos, RN.....	176
Figura 59 – Vista em perspectiva da situação geográfica da área urbana do município de Grossos. Em amarelo tracejado a área urbana atual e em vermelho tracejado os limites da península envolvida pela atividade salineira.....	178
Figura 60 – Mapa de uso e ocupação do solo no município de Grossos, RN.....	184
Figura 61 – Mapa de unidades geoecológicas do município de Grossos, RN.....	187
Figura 62 – Mapa unidades ecodinâmica do município de Grossos, RN.....	189
Figura 63 - Percentual das zonas ambientais dispostas na proposta de zoneamento ambiental para o município de Grossos.....	204
Figura 64 – Mapa de Zoneamento Ambiental do município de Grossos, RN.....	205

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações populacionais e territoriais dos municípios da área de estudo.....	64
Tabela 2 – Valores do PIB total e segregado por atividades agropecuária, indústria, serviços e impostos.....	66
Tabela 3 – Valores absolutos aproximados e percentuais das áreas territoriais dos sistemas ambientais.....	93
Tabela 4 – Unidades geológicas do município de Grossos em hectares e percentual.	154
Tabela 5 – Aspectos estatísticos das amostras de sedimentos da planície litorânea do município de Grossos, RN – 2010.....	173
Tabela 6 – Números do rebanho do município de Grossos - 2009.....	176
Tabela 7 - Área colhida e quantidade produzida dos principais produtos agrícolas – 2003.....	177
Tabela 8 – Produção de pescado no município de Grossos – 2003.....	179
Tabela 9 – Tipologias de uso e cobertura da terra no município de Grossos – RN.....	183

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Planejamento e níveis escalares, conforme Cendrero (1982).....	43
Quadro 2 – Compartimentação da bacia do rio Apodi-Mossoró, conforme os limites político-administrativos dos municípios e perfil topográfico.....	48
Quadro 3 – Esboço descritivo dos meios ecodinâmicos, segundo Tricart.....	52
Quadro 4 – Caracterização da metodologia adotada para gerar o IEMA para os municípios da BHRAM.	55
Quadro 5 – Zonas ambientais e suas respectivas características, segundo o IBAMA - 2002.....	58
Quadro 6 – Zonas ambientais definidas para aplicação no município de Grossos e suas respectivas características.....	59
Quadro 7 – Açudes com capacidade de acumulação a partir de dez milhões de metros cúbicos na BHRAM.	87
Quadro 8 – Sistemas ambientais, características geoambientais, ecodinâmica e capacidade de suporte.....	95
Quadro 9 – Planejamento ambiental no baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.	136
Quadro 10 – Planejamento ambiental no médio curso inferior da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	138
Quadro 11 – Planejamento ambiental no médio curso superior da bacia do rio Apodi-Mossoró.....	140
Quadro 12 – Planejamento ambiental no alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.	142
Quadro 13 – Caracterização das comunidades do município de Grossos/RN.....	149
Quadro 14 – Unidades geológicas do município de Grossos e domínios geomorfológicos.....	156
Quadro 15 – Síntese das informações sobre a faixa de praia e dunas frontais.....	190
Quadro 16 – Síntese das informações sobre os campos de dunas.....	190
Quadro 17 – Síntese das informações sobre o terraço marinho.....	191
Quadro 18 – Síntese das informações sobre a planície flúvio-marinha.....	191

Quadro 19 – Síntese das informações sobre o tabuleiro costeiro.....	192
Quadro 20 – Síntese das informações sobre a chapada do Apodi.....	193
Quadro 21 – Síntese das informações sobre a planície flúvio-lacustre.....	193
Quadro 22 – Aspectos gerais da Zona de Preservação Permanente.....	196
Quadro 23 – Aspectos gerais da Zona de Proteção Ambiental.....	197
Quadro 24 – Aspectos gerais da Zona de Recuperação Ambiental.....	198
Quadro 25 – Aspectos gerais da Zona de Proteção de Lagoas.....	199
Quadro 26 – Aspectos gerais da Zona de Uso Extensivo.	200
Quadro 27 – Aspectos gerais da Zona de Uso Intensivo.....	201
Quadro 28 – Aspectos gerais da Zona Histórico-Cultural.....	202
Quadro 29 – Aspectos gerais da Zona de Planejamento Urbano.....	203
Quadro 30 - Avaliação dos produtos técnicos gerados na pesquisa da BHRAM e do município de Grossos.....	211

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALOS	<i>Advanced Land Observing Satellite</i>
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
BHRAM	Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
GEGA	Grupo de Estudos em Gestão Ambiental
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
IEMA	Índice de Estado do Meio Ambiente
IGAM	Índice de Gestão Ambiental Municipal
IPS	Índice de Pressão Socioeconômica
ISA	Índice de Sustentabilidade Ambiental
KG	Curtose
MD	Média
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
MZ	Mediana
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PER	Pressão – Estado - Resposta
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
RN	Rio Grande do Norte
SEMARH	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente

SKI	Assimetria
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UCs	Unidades de Conservação
UERN	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ZEE	Zoneamento Ecológico - Econômico
ZHC	Zona Histórico-Cultural
ZPA	Zona de Proteção Ambiental
ZPL	Zona de Proteção de Lagoas
ZPP	Zona de Preservação Permanente
ZPU	Zona de Planejamento Urbano
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental
ZUE	Zona de Uso Extensivo
ZUI	Zona de Uso Intensivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Considerações iniciais sobre a problemática da pesquisa	20
1.2 Perguntas a serem respondidas e hipóteses gerais da pesquisa.....	23
1.3 Objetivos da pesquisa	24
1.4 Organização da tese.....	25
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	27
2.1 Materiais utilizados	34
2.2 Delimitação e localização geográfica da área de pesquisa.....	34
2.3 Pesquisa bibliográfica	38
2.4 Pesquisa documental.....	39
2.5 Pesquisa de materiais geocartográficos.....	40
2.6 Pesquisas de campo.....	41
2.7 Aspectos cartográficos	42
2.8 Análise de dados dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi- Mossoró.....	45
2.8.1 Indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental municipal	50
2.8.2 Ecodinâmica, capacidade de suporte e desmatamento	50
2.8.3 Definição de diretrizes de planejamento ambiental	56
2.9 Análise das paisagens e zoneamento ambiental no município de Grossos	56
3 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL NA BACIA DO RIO APODI-MOSSORÓ	60
3.1 Análise e diagnóstico socioeconômico	60
3.2 Análise e diagnóstico ambiental.....	70
3.2.1 Geologia e geomorfologia	70
3.2.2 Clima e recursos hídricos	83
3.2.3 Solos e vegetação	89
3.2.4 Análise ambiental integrada	92
4 ÍNDICES MULTITEMÁTICOS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ	100
4.1 Instrumentos de planejamento ambiental	101
4.2 Indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN	106

4.3 Capacidade de suporte, desmatamento e IEMA dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN.....	125
4.4 Matriz de integração e sistema de medidas de planejamento e gestão ambiental na bacia do rio Apodi-Mossoró.....	133
5 ANÁLISE AMBIENTAL EM MESOESCALA: ESTUDO DE CASO EM GROSSOS	144
5.1 Aspectos históricos e socioeconômicos	144
5.2 Aspectos geoambientais locais	152
5.2.1 Dinâmica geoambiental.....	165
5.3 Condições gerais de uso e ocupação do solo	174
5.3.1 Atividades humanas ligadas a terra.....	175
5.3.2 Atividades humanas ligadas ao mar	178
5.3.3 Aspectos institucionais da gestão territorial e ambiental em Grossos...	180
5.3.4 Cartografia de uso e cobertura da terra no município de Grossos.	182
5.4 Proposta de delimitação de unidades de paisagem.....	185
5.5 Proposta de zoneamento ambiental	194
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	206
6.1 Análise crítica dos produtos gerados	211
REFERÊNCIAS.....	216
APÊNDICE A – Fluxograma metodológico.....	226
APÊNDICE B – Layouts dos bancos de dados.....	227
APÊNDICE C – Roteiro de entrevista.....	229
APÊNDICE D – Imagens da área de estudo.....	230
APÊNDICE E – Análise da gestão ambiental municipal na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizando sistema de informações geográficas.....	231
APÊNDICE F – Trabalho completo apresentado na I Semana de Humanidades da FAFIC – UERN, realizada entre os dias 08 e 12 de novembro de 2010.....	256

1 INTRODUÇÃO

Esta Tese de Doutorado foi elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Procurou-se desenvolver e aplicar conhecimentos e métodos da Ciência Geográfica, ligados ao planejamento ambiental, no estudo de uma bacia hidrográfica sob influência de condições climáticas semiáridas no Nordeste do Brasil.

O cerne da pesquisa foi a análise dos sistemas ambientais, aliada ao uso de indicadores e índices temáticos, como meio para a elaboração de estratégias de planejamento ambiental e as implicações derivadas da utilização de macro e mesoescalas cartográficas durante o processo avaliativo. A análise em macroescala foi direcionada a região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró no estado do Rio Grande do Norte (RN), englobando os seus 51 municípios, em uma área aproximada de 15.500 km²; a análise em mesoescala se aplica ao município de Grossos, localizado no baixo curso da referida bacia com uma área de 126 km².

1.1 Considerações iniciais sobre a problemática da pesquisa

A problemática ambiental vivenciada pela sociedade mundial hodierna está ligada essencialmente a existência de uma racionalidade econômica, capaz de direcionar a ação humana para a exploração desmedida dos recursos naturais. Com a eclosão nas últimas décadas do século XX, do que se convencionou chamar de “Crise Ambiental” (LEFF, 2006, p. 16), novos rumos começaram a ascender, com destaque para o papel da ciência na construção de uma nova visão de mundo pautada nos princípios do desenvolvimento sustentável.

A análise da relação sociedade/natureza encontra na Geografia algumas vantagens em relação a outros ramos científicos, pois esta relação foi “embrionária” à construção epistemológica dessa ciência (SOUZA; SUERTEGARAY, 2007, p. 13). Nesse contexto, considerando as possibilidades de contribuição da Ciência Geográfica, toma-se de grande importância os estudos ambientais integrados, que subsidiem o planejamento ambiental frente ao avanço da ocupação humana e da exploração demasiada dos recursos naturais.

É importante destacar que a Geografia, especialmente com sua evolução em termos de “Ciência da Geoinformação” (FITZ, 2008, p. 28), tem demonstrado

grande direcionamento e capacidade metodológica para a avaliação da dinâmica socioambiental de diferentes espaços territoriais em diferentes escalas. Compreende desse modo, um arcabouço técnico e metodológico que tem contribuído para o planejamento e ordenamento do uso e ocupação do solo atrelado ao conceito de desenvolvimento sustentável.

No Nordeste do Brasil existem inúmeras bacias hidrográficas vinculadas a uma situação climática preponderantemente semiárida e submetidas a processos de uso e ocupação que, historicamente, tem conduzido a processos de degradação ambiental. Entre esses processos destaca-se a exaustão dos solos, a supressão desmedida da vegetação, destruição das matas ciliares e diversos tipos de contaminação e poluição dos solos, das águas e do ar. Todos esses processos, de forma conjunta e sinérgica, têm promovido uma perda crescente da biodiversidade e da capacidade produtiva dos sistemas ambientais dessa região.

Para controlar esse processo de degradação ambiental crescente, faz-se necessário, inicialmente, a geração de informações ambientais concisas que subsidiem ações administrativas, e, em sentido mais amplo, o planejamento e a gestão ambiental de bacias hidrográficas. Essas informações podem referenciar diversos aspectos do meio como as condições dos solos, aspectos referentes à qualidade e distribuição da água, aspectos da vegetação, interações sistêmicas nas unidades geoambientais e aspectos da relação social e econômica com os sistemas ambientais físicos.

Por outro lado, as ações administrativas direcionadas ao planejamento e gestão ambiental, devem ser executadas, concomitantemente, entre as três esferas do poder executivo (a federal, a estadual e a municipal), com um vigor compatível ao avanço da apropriação dos recursos naturais promovido pelas atividades produtivas vinculadas ao sistema econômico vigente.

O planejamento ambiental é um mecanismo administrativo fundamental para melhorar as condições de sustentabilidade de uma bacia hidrográfica. Sua efetiva aplicação requer um conhecimento aprofundado da situação ambiental da bacia, incluindo necessariamente, a espacialização e análise dos sistemas ambientais. A problemática desta tese se refere a como o estudo dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHRAM) pode contribuir para a construção de diretrizes e aplicação de instrumentos de planejamento

ambiental em macro e mesoescalas. Para responder a essa questão, esboça a construção de duas análises:

- I. Na escala referente à área total de abrangência da BHRAM tem-se um estudo compatível com um macroplanejamento, abrangendo um diagnóstico socioeconômico e ambiental, caracterização da política ambiental adotada, avaliação da disposição institucional dos municípios no que se refere à gestão do meio ambiente, análise da capacidade de suporte dos sistemas ambientais, do desmatamento e definição do estado do meio ambiente dos municípios. Dessa forma, a análise sistêmica enquanto concepção metodológica é aplicada no diagnóstico dos sistemas ambientais físicos. Os municípios constituem as células de informação. A utilização de bases públicas de dados, com o apoio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), permite diagnosticar a situação socioambiental e subsidiar a construção de um conjunto ordenado de ações que visem à sustentabilidade ambiental da BHRAM.
- II. Na escala referente à área do município de Grossos/RN, propõe-se um diagnóstico ambiental local, com maior riqueza de detalhes e pautado nos pressupostos da análise da paisagem, em que os sistemas ambientais representam as células de informação e intervenção. Nesse caso, o planejamento ambiental é concebido por meio de uma proposta de zoneamento ambiental para o município em questão. Nesse sentido, a escolha do município de Grossos como campo experimental de aplicação observou três fatores primordiais: i) a carência de estudos ambientais no município; ii) a existência de imagens de satélite atualizadas a disposição do pesquisador e iii) a facilidade para se desenvolverem as etapas de campo, uma vez que o município situa-se próximo a base de pesquisa, localizada em Mossoró/RN.

Destaca-se que a BHRAM é a segunda maior bacia hidrográfica do estado do Rio Grande do Norte, apresentando uma grande importância econômica liderada pelas atividades de extração do petróleo, produção de sal marinho, utilização dos solos para agricultura e fruticultura irrigada, pecuária extensiva e mineração de calcário.

Almeja-se assim, contribuir para o debate sobre o desenvolvimento sustentável da BHRAM, considerando que as informações geradas poderão subsidiar de forma concreta ações de planejamento e gestão ambiental. Além disso, a análise ambiental, voltada ao planejamento em macro e mesoescala, deve definir o papel e o alcance de cada uma das dimensões escalares no processo de planejamento ambiental da bacia.

1.2 Perguntas a serem respondidas e hipóteses gerais da pesquisa

A presente pesquisa pretende responder aos seguintes questionamentos :

- Qual a situação da BHRAM frente à utilização efetiva dos instrumentos de planejamento da política ambiental brasileira?
- Como os municípios vêm se estruturando para promover a gestão ambiental local?
- Como podem ser concebidos os sistemas ambientais físicos da BHRAM, com a finalidade de subsidiar o planejamento e a gestão ambiental?
- Com base na análise da capacidade de suporte dos sistemas ambientais e no desmatamento, como poderia ser esboçado um índice de estado do meio ambiente para os municípios?
- Quais diretrizes gerais devem nortear a gestão ambiental da BHRAM no rumo do desenvolvimento sustentável?
- No caso do município de Grossos, como o estudo das paisagens pode conduzir a uma apreciação sobre a dinâmica ambiental local?
- Como está disposto o uso e ocupação do solo e quais os principais impactos ambientais em Grossos?
- Quais as principais diretrizes que devem nortear a construção de um zoneamento ambiental para o município de Grossos?

As hipóteses que nortearam o trabalho foram as seguintes :

- Para que haja um planejamento ambiental eficiente na BHRAM, este deve ser elaborado e exercido em diversos níveis escalares, contemplando no mínimo escalas de macro e mesoplanejamento;

- A constituição do planejamento ambiental municipal deve alcançar a instituição de um zoneamento ambiental normativo, sendo indispensável a contextualização da situação ambiental da bacia hidrográfica ao qual está inserido;
- O poder público municipal, apesar de se mostrar como um ente fundamental na condução do desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas, apresenta sérias fragilidades na estruturação e desenvolvimento efetivo da gestão ambiental local.

1.3 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral é analisar os sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró como forma de subsidiar a proposição de diretrizes para o planejamento ambiental em macro e mesoescalas.

Os objetivos específicos da referida pesquisa são:

- Analisar o contexto socioeconômico e geoambiental referente a BHRAM;
- Delimitar os sistemas ambientais da BHRAM e analisar a capacidade de suporte com base em critérios ecodinâmicos;
- Elaborar um índice de pressão socioeconômica para os municípios da BHRAM;
- Elaborar um índice de gestão ambiental municipal para a BHRAM;
- Elaborar um índice de estado do meio ambiente para os municípios da BHRAM;
- Elaborar um conjunto ordenado de diretrizes que visem à sustentabilidade ambiental da BHRAM;
- Aplicar os métodos da análise ambiental sistêmica com a finalidade de constituir uma proposta de zoneamento ambiental para o município de Grossos/RN;
- Proporcionar a geração de produtos técnico-informativos que auxiliem na tomada de decisão voltada para a sustentabilidade da BHRAM.

1.4 Organização da tese

A redação da tese contempla seis capítulos, organizados de forma a proporcionar uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. O capítulo 01 visa apresentar a problemática da pesquisa, assim como, sua justificativa, as hipóteses e os objetivos a serem alcançados.

O capítulo 02 trata dos aspectos teóricos e metodológicos que nortearam a pesquisa. Discute-se, inicialmente, a abordagem sistêmica e sua aplicação em estudos ambientais. Posteriormente, apresenta-se o panorama geral da aquisição de dados para a análise e o planejamento, tanto da BHRAM, quanto, especificamente, do município de Grossos. Os materiais utilizados são descritos de forma detalhada, seguindo-se da explicação sobre a delimitação da área de estudo e da posição de alguns autores sobre o uso da bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento ambiental. A pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental, a pesquisa de materiais geocartográficos e a pesquisa de campo são descritas de forma minuciosa. Os aspectos cartográficos, fundamentais para esta pesquisa, são descritos a luz de autores como Cendrero (1982), Bertrand (1969) e Rodriguez (2010). Logo após, discorre-se sobre a análise dos dados referentes a BHRAM, considerando os caminhos para a construção dos índices multitemáticos (Índice de pressão Socioeconômica - IPS; Índice de Gestão Ambiental Municipal – IGAM e Índice de Estado do Meio Ambiente - IEMA) e para a elaboração das diretrizes de planejamento ambiental para a BHRAM. Por fim, são detalhados os procedimentos para o estudo e zoneamento ambiental do município de Grossos, iniciando pelas técnicas de mapeamento geoambiental, até a escolha das zonas ambientais.

O capítulo 03 pontua um breve diagnóstico socioeconômico, onde são utilizados dados públicos fornecidos por órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA), tratando de aspectos como população, densidade demográfica, PIB, entre outros. Também é apresentado um rápido diagnóstico geoambiental da BHRAM, constando a descrição de elementos como as rochas, o relevo, o clima, os recursos hídricos, os solos e a vegetação. Por fim, destaca-se a delimitação dos sistemas ambientais da BHRAM, o enquadramento desses sistemas aos meios ecodinâmicos de Tricart (1977) e a definição da capacidade de suporte.

No capítulo 04 discorre-se sobre os índices multitemáticos aplicados aos 51 municípios da BHRAM. A análise se inicia com uma avaliação sobre a aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) à BHRAM. Posteriormente são definidos e confrontados o IPS e o IGAM dos municípios da BHRAM. O IEMA, que é o resultado da avaliação conjunta entre a capacidade de suporte e o desmatamento nos municípios da BHRAM, é apresentado na forma de um mapa. Por fim, os dados são integrados em uma matriz para facilitar a visualização da situação de cada um dos municípios da BHRAM, e são apresentados os quadros sinópticos de planejamento ambiental.

O capítulo 05 traz o conjunto ordenado de informações que foram levantadas, analisadas e que culminaram na elaboração do zoneamento ambiental em escala de mesoplanejamento para o município de Grossos. Mapas temáticos com uma maior precisão cartográfica e riqueza de detalhes são apresentados como, por exemplo, o mapa geológico, o geomorfológico, de solos e o de uso e cobertura da terra.

O capítulo 06 discorre sobre as principais conclusões advindas da pesquisa, assim como, traz uma análise crítica dos produtos que foram elaborados durante a tese, entre eles, mapas, quadros, matrizes e bancos de dados.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem analítica e sintética (RODRIGUES, 2007). Assim sendo, a partir do estudo inventariado de aspectos gerais do espaço geográfico em questão, foram estabelecidos mecanismos de análise, integrações parciais e sínteses, obedecendo a uma sequência de etapas metodológicas. O caráter aplicado da pesquisa se constitui com a proposição de diretrizes gerais de planejamento ambiental para a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró e de uma proposta de zoneamento ambiental para o município de Grossos, alcançados por meio da análise integrada do meio ambiente.

A base metodológica se constitui na análise ambiental sistêmica, discutida na obra de autores como, por exemplo, Sotchava (1976), Bertrand (1969), Tricart (1977), Christofolletti (1979; 1999), Rodriguez e Silva (2002), Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), Rodriguez e Silva (2007), Rodriguez et al. (2010) e Bertrand e Bertrand (2007).

A análise ambiental integrada e sistêmica constitui uma busca pelo conhecimento sobre a estrutura e funcionamento do meio ambiente em seu conjunto de componentes. No âmbito da Geografia, especificamente da Geografia Física, os estudos ambientais têm sido tratados sob o enfoque sistêmico com a interpretação das paisagens de forma integrada, considerando-se essencialmente a estrutura e os processos interativos entre os diversos componentes ambientais.

Macedo (1995) destaca que a análise ambiental sistêmica deve ir além do enfoque cartesiano, responsável por fragmentar o objeto de análise em quantas partes forem possíveis. Esta abordagem também é conhecida como reducionismo ou mecanicismo. Deve-se ter como objetivo central, na medida do possível, trabalhar sob um enfoque holístico e sistêmico, considerando a observação do objeto na forma de sua totalidade, assim como, percebendo as inter-relações entre suas partes internas.

Contudo, Macedo (op. cit.) reconhece que instrumentos da abordagem cartesiana devem e precisam fazer parte da avaliação ambiental, sendo necessário que outras ferramentas sejam utilizadas e aplicadas para globalizar as conclusões e resultados. Da mesma forma, Bertrand (1969) considera que os estudos ambientais definidos sob uma abordagem sistêmica não substituem nem concorrem com os

estudos especializados tradicionais. Pelo contrário, valem-se destes para construir suas análises com maior clareza e segurança.

O interesse atual na abordagem sistêmica surgiu por meio do acúmulo de conhecimentos e seu desenvolvimento conceitual e analítico teve início vinculado a biologia teórica, na década de 1930 (CHRISTOFOLETTI, 1999). Foram descobertos novos objetos de pesquisa e estudadas as relações entre eles, “conduzindo à necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, sendo impossível estudar tais situações complexas por métodos tradicionais” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 41).

A abordagem sistêmica passou a ter maior destaque no campo científico a partir da publicação da “Teoria Geral dos Sistemas” de Bertalanffy (1973). Esta proporcionou à análise ambiental o surgimento de uma variada gama de concepções teóricas e metodológicas, refletindo sempre em uma abordagem, na qual, para qualquer realidade estudada, pode-se conceber uma estrutura de análise sistêmica, considerando categorias como estrutura, elemento, meio, relações, intensidade, etc. (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Com a inserção da concepção sistêmica nos trabalhos de Geografia Física, surgiram termos como, por exemplo, unidade geoambiental, unidade geocológica e unidade de paisagem. O termo “unidade” expressa tudo que pode ser considerado individualmente, não significando, porém, que seja algo simples. Pode ser composta por agrupamentos de componentes que mantenham relações mútuas. Sendo assim, as unidades espaciais são entidades particulares, únicas e que representam uma configuração estrutural e funcional que as diferencie do seu entorno (CHRISTOFOLETTI, 1999).

De um modo geral, essas “unidades ambientais” derivam conceitualmente das noções de ecossistema e geossistema. Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcante (2004), o termo ecossistema pode ser utilizado sob diversas concepções. “Fundamentalmente pode-se definir como a associação de organismos vivos e substâncias não vivas (abiótica), ou seja, como meio de subsistência, formando um sistema e ocupando um território” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 51). Os autores supracitados destacam ainda, que o estudo dos ecossistemas têm caráter biocêntrico, e o intuito de conhecer as propriedades do centro do sistema, os próprios organismos vivos.

Tricart (1977) evidencia que entende a Geografia Física como um aspecto da ecologia, tendo em vista o fato de que a maior parte das disciplinas que a integram, tem por objetivo o estudo do meio ambiente, incluído na noção de ecossistema. O referido autor desenvolveu um esboço metodológico para a análise ambiental, no qual o principal parâmetro a ser considerado para a qualificação dos sistemas ambientais é o balanço entre a morfogênese e a pedogênese.

Ross (2006) menciona que a concepção de geossistema para os russo-soviéticos e franceses encontra suporte teórico na noção de paisagem ecológica. Esse conceito teria sido introduzido por Troll no final de 1930. Destaca ainda a ampliação do termo ecossistema de Tansley, em 1935, como importante suporte teórico para alavancar a Geografia Física dos russos e franceses.

Sotchava (1976) criou a noção de geossistema como uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. O elemento básico para a classificação e integração funcional é o espaço. Conforme Sothava a concepção elementar do geossistema é a conexão da natureza com a sociedade, pois, embora os geossistemas sejam tratados enquanto fenômenos naturais, todos os fatores socioeconômicos exercem influência na sua estrutura, funcionamento e estado de equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Ross (2006, p. 27),

A proposição teórico-metodológica e prática apresentada por Sothava e demais geógrafos da ex-URSS, inserida no modo russo-soviético de enxergar a geografia física voltada para a aplicação, é um significativo marco de mudança de postura dos geógrafos diante dos problemas de planejamento e desenvolvimento econômico e social, de um lado, e dos problemas ambientais, do outro. (ROSS, 2006, p. 27).

Na análise geossistêmica proposta por Bertrand (1969), a estruturação tipológica e hierárquica para a análise ambiental engloba seis níveis taxonômicos: as unidades superiores – zona, domínio e região natural – e inferiores – geossistema, geofácia e geótopo. Nessa perspectiva, o geossistema seria a primeira tipologia das unidades inferiores. O geossistema resultaria da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), uma exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e uma ação antrópica, não havendo, necessariamente, uma homogeneidade fisionômica interna (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Na concepção geossistêmica da análise ambiental percebe-se a vinculação em um mesmo nível de importância, de todos os componentes ambientais na evolução do sistema, sendo inclusive possível, a inserção da variável antrópica uma vez que essa demonstre competência e significância nas interações com o ambiente. Como expressa Christofolletti (1999, p. 44), sobre a perspectiva holística de análise dos sistemas ambientais físicos, “não se pode excluir o conhecimento provindo dos estudos sobre os sistemas socioeconômicos”. Porém, é preciso destacar que, como mencionam Bertrand e Bertrand (2007), a existência de um componente antrópico não significa que este seja subordinado ao geossistema, pois as relações internas nos geossistemas são submetidas às leis naturais, enquanto que a ação antrópica está submetida às leis socioeconômicas. Sendo assim a ação antrópica se posiciona como uma relação externa e dialética ao geossistema.

Christofolletti (1999) expõe que quando se desejam analisar os sistemas ambientais, avaliar seus fluxos e componentes e verificar as mudanças escalares, desde a global a local, inclusive as dimensões que compreendem as atividades humanas, é preciso trabalhar com a perspectiva que considera a funcionalidade interativa da geosfera-biosfera. Essa perspectiva encontra suporte na noção de geossistema devido a seu caráter policêntrico e da capacidade de absorver um maior número de componentes e de relações que o ecossistema (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004).

Portanto, a definição de sistema ambiental como um sistema integrador dos componentes do meio, assemelha-se a própria definição de paisagem. Para Guerra e Marçal (2006), a paisagem corresponde ao todo ambiental e compreende os estudos ambientais de forma integrada. Consideram ainda, que a identificação de uma unidade de paisagem, com todas as alterações sofridas pelo uso antrópico ao longo do tempo, proporciona a aplicação de métodos e técnicas que permitem sua identificação, classificação, diagnóstico e prognóstico.

Quanto ao planejamento ambiental do território, o estudo sob o enfoque dos sistemas permite uma série de abordagens diferentes, tendo como fator primordial a ser considerado, a escala adotada. Todas as escalas de organizações espaciais fazem parte do conjunto que consolida o objeto de estudo da Geografia. Cada organização espacial engloba em si mesma estrutura e funcionamentos próprios, entretanto, elas devem ser compreendidas adequadamente segundo o

sistema hierárquico na escala espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999). Além disso, deve-se procurar estabelecer uma articulação entre os diferentes níveis de abordagem, visto que uma única escala de representação e análise do fenômeno representa a abstração da complexidade inerente ao conjunto das determinações multiescalares (FIGUEIRÓ, 2011).

Na análise e modelagem dos sistemas ambientais de uma determinada área, apesar de toda a instrumentação conceitual e lógica,

[...] deve-se estar ciente de que distinguir um sistema na multiplicidade das características e fenômenos da superfície terrestre é ato mental, cuja ação procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente. O procedimento de abstrair, procurando estabelecer os elementos componentes e as relações existentes, depende da formação intelectual e da percepção ambiental apresentada pelo pesquisador. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 05).

Uma das finalidades mais consagradas para o estudo dos sistemas ambientais enquanto objeto de estudo da Geografia, é a organização do espaço ou, utilizando um termo mais atual, o planejamento ambiental. Qualquer processo de planejamento ambiental deve primar pela consecução de etapas de pesquisa, análise e síntese (SANTOS, 2004). Necessariamente nessas etapas, o estudo dos sistemas ambientais pode fundamentar estratégias de uso e ocupação do território voltada para a manutenção do potencial de recursos naturais, mitigação de impactos ambientais e para o desenvolvimento sustentável.

Conforme Rodriguez, Silva e Leal (2011), analisar uma bacia hidrográfica sob um enfoque ambiental, sistêmico e sustentável significa considerar “que se trata de uma totalidade sistêmica, formada pela interação e articulação de diversos sistemas ambientais” (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011, p. 115). Ainda nesse raciocínio, os autores citados reforçam que na bacia hidrográfica manifestam-se sistemas de caráter espacial, que não são completamente subordinados a dinâmica hídrica, tendo, portanto, sua própria organização e lógica.

Ensaando uma conceituação para “Planejamento Ambiental”, Rodriguez (1997) salienta que este deve ser um instrumento dirigido a,

[...] planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente. (RODRIGUEZ, 1997, p. 37).

No que se refere à configuração das etapas do planejamento ambiental na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, utilizou-se a proposta de Rodriguez (1997), considerando as seis fases, as quais sejam: as fases de organização, inventário, análise, diagnóstico, propositiva e executiva¹. Cabe destacar, que a última fase não foi contemplada nesse estudo, visto que deve ser conduzida pelo poder público, não compondo a pesquisa propriamente dita, mas sua aplicação, que deve ser implementada a serviço da sociedade.

A elaboração do planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró obedeceu a seguinte estrutura geral: as fases de organização e inventário envolveram a pesquisa e o levantamento de dados primários e secundários; as fases de análise e diagnóstico foram pautadas na utilização de dados sociais, econômicos e ambientais dos municípios, estruturação de índices multitemáticos (Figura 1) e análise das relações espaciais; a fase propositiva teve como célula territorial de aplicação as unidades de análise², baseadas nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

Figura 1 – Níveis de informações para o planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Já na elaboração do planejamento ambiental local, direcionado ao município de Grossos/RN, as fases de organização e inventário foram dotadas de

¹ Para mais detalhes, ver o fluxograma metodológico (APÊNDICE A).

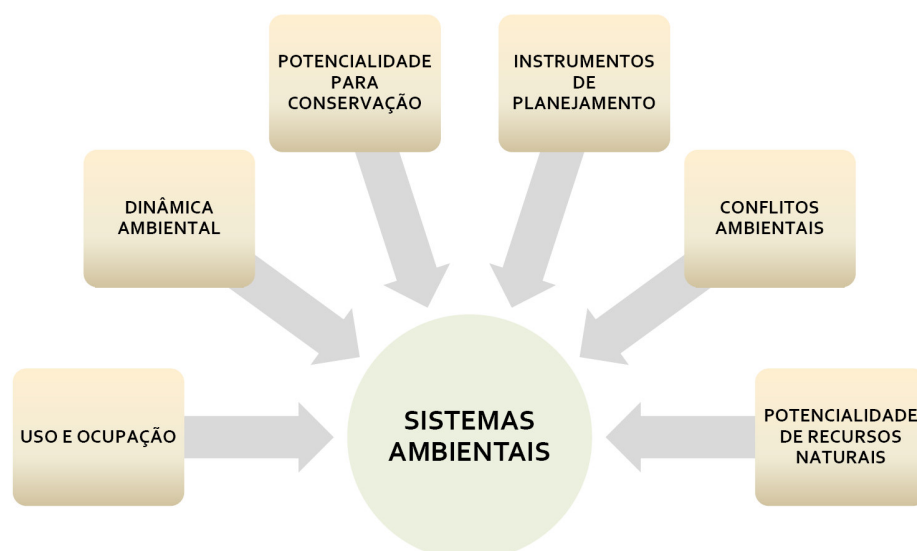
² Ver tópico 2.8.

um maior levantamento de dados primários em função das facilidades de acesso a área de pesquisa. As fases de análise e diagnóstico foram desenvolvidas sob a base metodológica da análise da paisagem, com a apreciação de dados primários e secundários (Figura 2). A definição com maior nível de detalhes dos sistemas ambientais locais permitiu a consecução de uma proposta de zoneamento ambiental. Este se constitui, de forma resumida, na definição de zonas ou setores territoriais com diferentes níveis de restrição/permissão ao uso e ocupação humanos, com o objetivo de promover a utilização racional e sustentável do território.

Ao destacar o conceito e a relação do zoneamento com o planejamento ambiental, Zacharias (2006) expressa que o zoneamento é uma técnica que representa uma etapa do planejamento. Portanto, enquanto o zoneamento define espaços territoriais que expressam potencialidades, limitações e conflitos, o planejamento estabelece diretrizes e metas a serem aplicadas e cumpridas dentro desses espaços em um intervalo temporal.

Desse modo, a fase propositiva teve como principal mecanismo de interpretação, a análise dos sistemas ambientais identificados e materializados como zonas ambientais com diferentes níveis de restrição/permissão de uso.

Figura 2– Níveis de informações para o planejamento ambiental do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

2.1 Materiais utilizados

Foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais na elaboração da presente pesquisa:

- Computador de mesa: PC, *Pentium IV*, 2.000 MH, HD de 80 GB e 2 GB de Memória RAM;
- *Software* de entrada e manipulação de dados: *Arcview GIS 3.2*;
- *Software* de entrada de dados e vetorização: *Autodesk Map*, 2004;
- Verificação de imagens de satélite: *Google Earth Pro*;
- Impressora Modelo HP *Deskjet F4280*;
- Aparelho GPSMAP 76CSx;
- Aparelho de gravação de voz *COBY – CXR190-1G*;
- Máquina fotográfica digital: *SONY DSC*, Resolução 8 Mega *Pixels*;
- Imagem de satélite: *LANDSAT 7 ETM+*, ano de 2005;
- Imagem de satélite: *ALOS*, ano de 2009;
- Arquivos cartográficos digitais:
 - Tipologia do relevo, Declividade e Hipsometria (SEMARH – RN);
 - Geologia e derivados (CPRM);
 - Tipologia dos solos (EMBRAPA);
 - Rede Hidrográfica (SEMARH – RN);
 - Poligonais dos municípios e mesoregiões (IBGE);
 - Desmatamento (MMA).

2.2 Delimitação e localização geográfica da área de pesquisa

A geração de informações ambientais, apesar de poder ser desenvolvida sobre qualquer base territorial, deve sempre considerar de forma direta ou indireta a bacia hidrográfica como área de influência. Dessa forma, as bacias hidrográficas, delimitadas em função das interligações hidrológicas entre a atmosfera, a litosfera e a biosfera, apresentam, enquanto unidade de análise e planejamento ambiental, potencialidades relacionadas ao manejo do recurso água como elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável das sociedades. De uma forma

mais enfática, a oferta de água é um fator fundamental tanto para a manutenção dos ecossistemas naturais como para os ecossistemas produtivos (SALATI; LEMOS; SALATI, 2006).

Rodrigues e Adami (2005) destacam a bacia hidrográfica como uma das referências espaciais mais consideradas em estudos do meio físico. Tais autores definem bacia hidrográfica,

[...] como um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo a superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas de água e do material por ela transportado, que mantêm relações com esses canais. (RODRIGUES; ADAMI, 2005, p. 147-148).

Cunha e Guerra (2000) ressaltam que as bacias hidrográficas estão interligadas pelos divisores topográficos, formando uma rede em que cada uma delas drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum, que pode ser outro rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório ou oceano. Os autores supracitados também destacam que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas.

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial da Geografia Física desde o fim dos anos de 1960, mas foi na última década que ela foi incorporada pelos profissionais não só da Geografia, mas da área das chamadas Ciências Ambientais (BOTELHO; SILVA, 2004). Desse modo, compreende-se a bacia hidrográfica como célula básica da análise ambiental subsidiada pela visão sistêmica e integradora do ambiente. Também se torna possível avaliar de forma integrada os efeitos das ações antrópicas sobre o equilíbrio hidrológico. Nessa visão, qualquer modificação antrópica que interfira no recebimento ou liberação de energia da bacia pode acarretar em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e retomar o estado de equilíbrio dinâmico (TEODORO et al., 2007).

Magalhães Jr. (2007) considera que a adoção de bacias hidrográficas enquanto unidade principal de planejamento e gestão é um dos princípios mais valorizados nas abordagens atuais sobre a gestão das águas. Coloca ainda que a

gestão integrada deve se basear na visão sistêmica das interações ambientais e deve buscar respostas e soluções para os problemas que se apresentem.

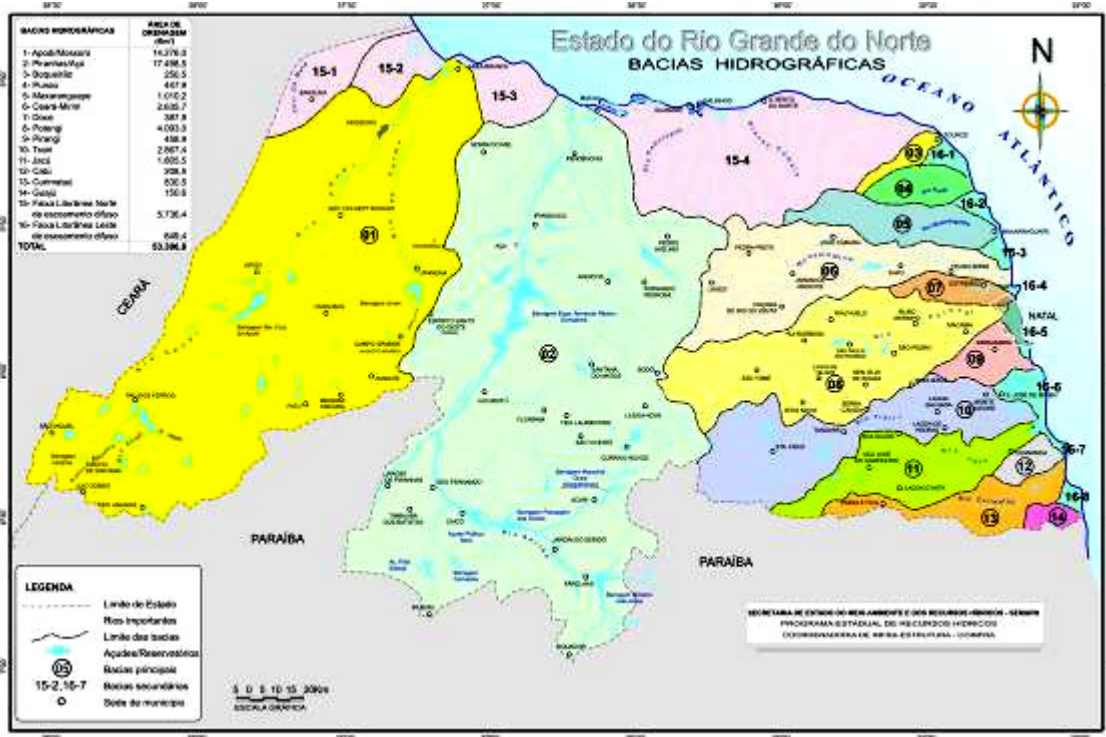
O estado do Rio Grande do Norte encontra-se situado na região Nordeste do Brasil, e faz limite com os estados do Ceará a oeste, Paraíba ao sul e com o Oceano Atlântico nas porções leste e norte. Nessa orientação, ocorrem no RN bacias hidrográficas menores que deságuam no litoral oriental e duas grandes bacias que têm suas desembocaduras direcionadas para o litoral setentrional. São elas as bacias do rio Piranhas-Assu e do rio Apodi-Mossoró. Esta última situa-se na porção extremo oeste do estado, fazendo limite com o estado do Ceará.

Na avaliação da área para a preparação desta pesquisa, optou-se por estender os limites da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (Figura 3) de forma a contemplar os municípios de Tibau, Baraúnas e Areia Branca³, excluindo uma pequena porção territorial dos municípios de Assu e Paraú, ambos situados no limite leste da bacia. Estes últimos vinculam-se, primordialmente, com a área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Assu. Já a área territorial referente a uma parte do município de Serra do Mel foi mantida, tendo em vista que abrange uma área significativa no baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.

Dessa forma, a área total de aproximadamente 15.500 km² passou a integrar territórios de 51 municípios (Figura 4). A razão para essas mudanças encontra fundamento em pelo menos dois argumentos: primeiro que o uso rigoroso da delimitação topográfica da bacia isolaria as áreas de Tibau, Baraúna e Areia Branca, dificultando o planejamento desses espaços; segundo que os limites da bacia devem servir de base para a delimitação de unidades de planejamento, todavia, concorda-se com Santos (2004), quando essa autora expressa que os limites devem ser flexibilizados em função de interações diversas das naturais/hidrológicas, como, por exemplo, as socioeconômicas.

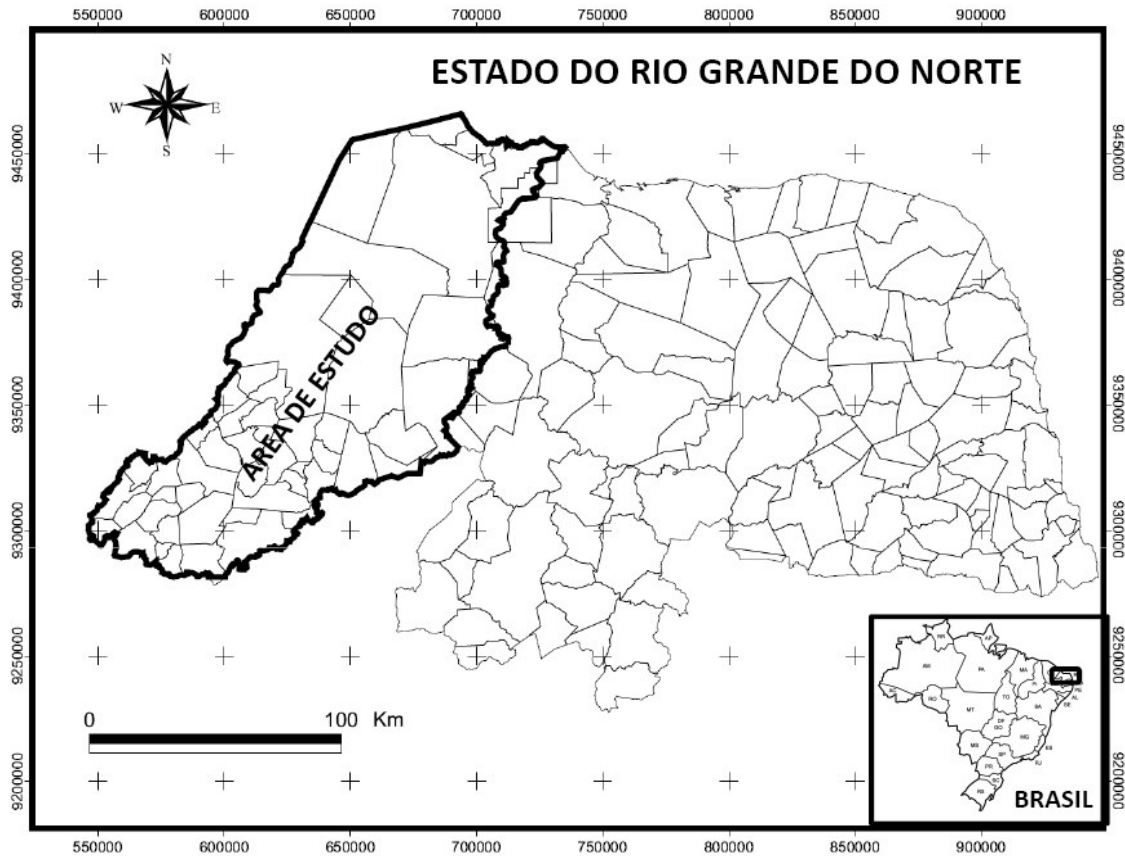
³ Na Figura 03 pode ser observado que os municípios de Baraúna, Tibau e Areia Branca possuem porções dos seus territórios vinculados às bacias de escoamento difuso (microbacias litorâneas) 15-1, 15-2 e 15-3, respectivamente.

Figura 3 – Bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: SEMARH (2009).

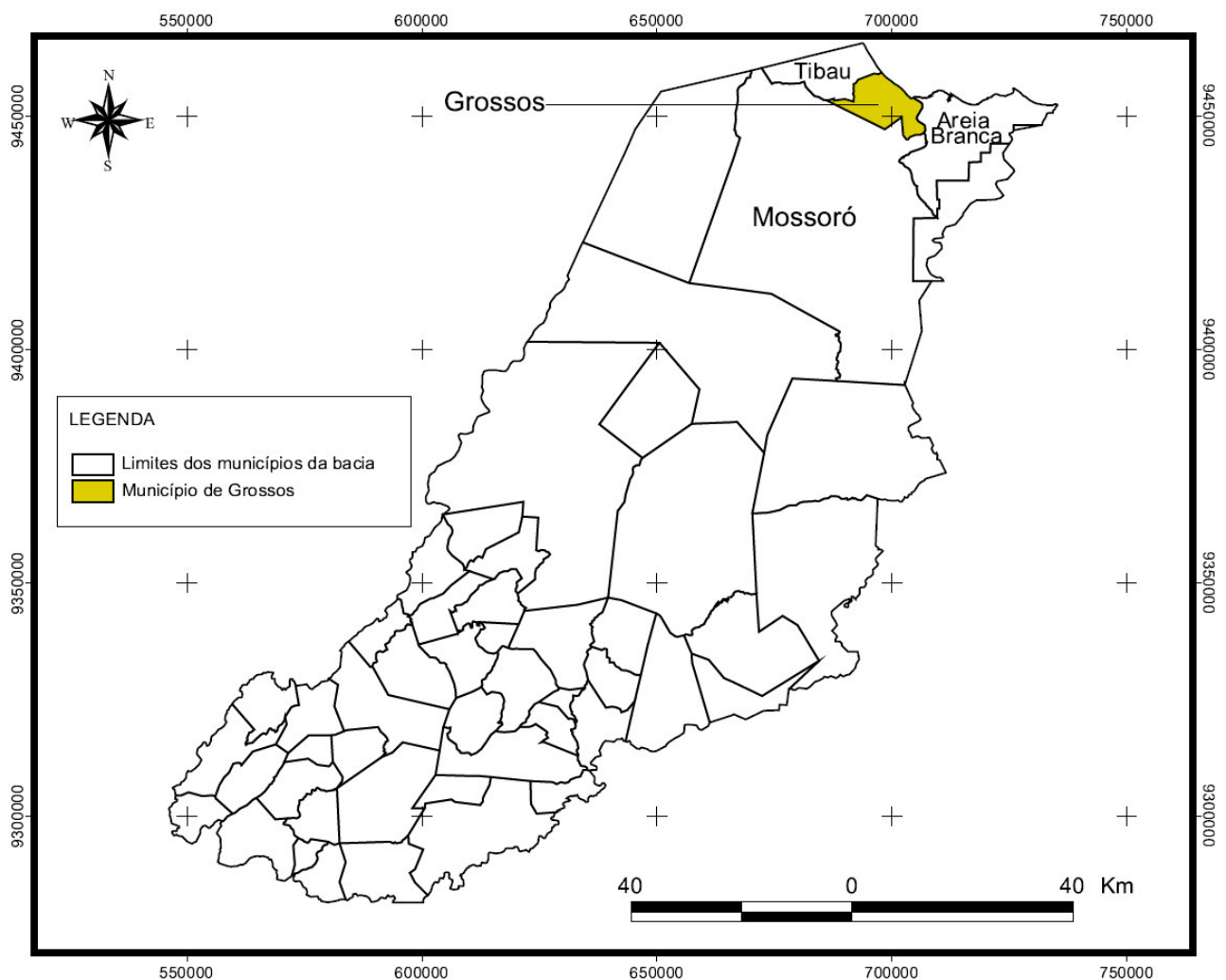
Figura 4 – Localização da região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Já o município de Grossos está posicionado no norte da bacia do rio Apodi-Mossoró, mais especificamente, no lado oeste da desembocadura do rio Apodi-Mossoró. Faz limite ao norte com o oceano Atlântico, a leste com o município de Areia Branca, a oeste com o município de Tibau e ao sul com o município de Mossoró. Encontra-se separado do município de Areia Branca pelo estuário do rio Apodi-Mossoró (Figura 5).

Figura 5 – Localização do município de Grossos na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

2.3 Pesquisa bibliográfica

Para iniciar a pesquisa, delimitar a problemática e definir os métodos a serem empregados, é fundamental conhecer o arcabouço conceitual e prático que já vem sendo desenvolvido sobre a temática que se pretende pesquisar. A pesquisa

bibliográfica teve seu início já na concepção deste trabalho, sendo levantados e consultados livros, artigos científicos, teses de doutorado e dissertações de mestrado. Essa busca foi desenvolvida inicialmente nas bibliotecas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Por intermédio da *internet* foram consultados diversos trabalhos acadêmicos, essencialmente dissertações de mestrado e teses de doutorado. Vários periódicos científicos que mantêm seus acervos *online* também foram visitados para o levantamento de trabalhos científicos que estivessem vinculados às temáticas propostas na presente pesquisa como análise ambiental integrada, gestão e planejamento de bacias hidrográficas, gestão ambiental municipal e aplicação de SIGs em estudos territoriais e ambientais.

2.4 Pesquisa documental

Os principais documentos consultados foram conseguidos por meio dos *sites* do IBGE, da Agência Nacional de Águas (ANA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), sendo realizado também, um levantamento da legislação pertinente a temática envolvendo a instituição de áreas protegidas, gestão hídrica e territorial.

A principal fonte de dados documentais refere-se à pesquisa realizada pelo IBGE, Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/2002), especialmente o Suplemento de Meio Ambiente. Nessa perspectiva, foi focalizada, pela primeira vez, a questão ambiental no âmbito municipal, na qual foram investigados os 5560 municípios existentes no Brasil sobre as questões referentes à gestão ambiental, a saber: a existência de um órgão para tratar dessa questão no município; o número de funcionários designados para trabalhar na gestão ambiental; a existência de conselho municipal de meio ambiente; o funcionamento desses conselhos; a agenda 21 local; a participação em comitês e consórcios; a elaboração de legislação ambiental municipal; a existência de unidades de conservação criadas pelos municípios, entre outras questões.

Outros dados consultados em documentos do IBGE são referentes aos fatores socioeconômicos e territoriais, por meio de *website*⁴, na qual adquiriu-se tabelas e cartogramas referentes a dados como população total, produto interno bruto (PIB), PIB *Per capita*, taxa de urbanização, densidade demográfica, valor adicionado da agropecuária, entre outros atributos dos municípios envolvidos na pesquisa.

Na ANA foram consultados dados referentes às bacias hidrográficas do Nordeste, distribuição, controle e gestão, sendo adquirida também a Lei 9.433/1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos. Além disso, da Secretaria de Estado, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do Governo do Estado do Rio Grande do Norte, coletou-se dados gerais referentes à hidrologia da BHRAM, assim como o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Já do Ministério do Meio Ambiente (MMA) foram obtidas legislações específicas, como a Lei 6.938/1981 que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, a Lei 4771/1965 que dispõe sobre o Código Florestal e a Lei 9.985/2000 que trata do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Conseguiu-se também, publicações referentes à Agenda 21 Nacional e do Plano Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais.

Outrossim, de extrema importância para compor o quadro de indicadores e índices temáticos municipais dessa pesquisa, os resultados do Projeto de Monitoramento do Bioma Caatinga, publicado em março de 2010, coordenado pelo MMA, proporcionaram uma aproximação sobre as condições de desmatamento nos municípios da área em estudo.

2.5 Pesquisa de materiais geocartográficos

Para constituir os mapeamentos temáticos das diversas especialidades que tratam do meio ambiente, realizou-se inicialmente uma busca por materiais geocartográficos e imagens de satélite. Na estruturação dos mapas de geologia, geomorfologia e solos utilizou-se dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), da Companhia de Produção de Recursos

⁴Ver: < www.ibge.gov.br>.

Minerais (CPRM) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), além de imagem do satélite *LANDSAT7* ETM+ de 2005.

A contextualização hidroclimática foi gerada a partir de dados e cartas da SEMARH e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Em relação à vegetação, utilizou-se os *shape files* sobre desmatamento publicados pelo MMA, relacionados ao Projeto de Monitoramento do Bioma Caatinga. Esse trabalho contemplou toda a área de estudo e foi desenvolvido por um grupo de técnicos por meio da análise de imagens de satélite *LANDSAT* e *CBERS*, sendo relacionados três tipos de áreas: com desmatamento anterior a 2002; com desmatamento recente entre 2002 e 2008 e áreas com vegetação remanescente.

2.6 Pesquisas de campo

Durante todo o período de pesquisa foram realizadas atividades de campo com o objetivo de verificar a verdade terrestre. Um dos fatores limitativos se refere à grande extensão territorial da área em estudo. Contudo, foi possível percorrer todos os setores, desde o alto até o baixo curso do rio Apodi-Mossoró, perfazendo uma apreciação significativa dos sistemas ambientais e o reconhecimento de cidades importantes como Areia Branca, Grossos, Mossoró, Baraúna, Apodi, Pau dos Ferros e Luis Gomes. Assim sendo, as informações coletadas se baseiam na observação visual e interpretação do pesquisador sobre aspectos gerais do meio, como relevo, solos, afloramentos rochosos, condições da vegetação e tipologias de uso e ocupação. Essas informações são registradas em uma ficha de campo para posterior análise.

As verificações de campo tiveram início em novembro de 2009, com um percurso que iniciou em Mossoró, seguiu até a desembocadura do rio Apodi-Mossoró, na cidade de Areia Branca, e subiu a bacia até a cidade de Martins, localizada nos maciços residuais centrais, atravessando toda a chapada do Apodi.

Por conseguinte, em setembro de 2010, ocorreu a segunda visita de campo, tendo como ponto de partida a cidade Mossoró, e teve como objetivo percorrer o município de Apodi, avaliando a zona rural e a área do Lajedo de Soledade, um importante sítio arqueológico e paleontológico em uma área de relevo

cárstico. Depois, em outubro de 2010, uma terceira visita de campo se encaminhou de Mossoró até o município de Patu, onde está alocado um dos maiores relevos da região com formato “pão de açúcar”. Nesta viagem já foi possível adentrar pela depressão periférica e no ambiente cristalino da bacia. Já em novembro de 2010, a quarta saída de campo percorreu toda a região, desde o município de Mossoró até a área das nascentes do rio Apodi-Mossoró, no município de Luis Gomes. Além dos trechos percorridos em veículo, foram feitas caminhadas pelo maciço meridional para reconhecimento da situação ambiental na área de nascentes.

As visitas técnicas no município de Grossos ocorreram, em sua maioria, em janeiro de 2011, especificamente nos dias 08, 15 e 26 do referido mês. A primeira foi uma visita de reconhecimento da situação socioambiental do município. A pequena extensão territorial do município permitiu que fossem percorridos todos os setores vinculados aos sistemas ambientais locais. A segunda visita teve como objetivo a coleta de material sedimentológico da faixa de praia, dunas frontais e dunas migratórias interiores para a elaboração de um perfil sedimentológico inicial. Na terceira visita foi percorrida toda a faixa de praia do município, desde a orla estuarina até a orla marítima, sendo observadas as morfologias de praia, impactos ambientais, situações de erosão e uso e ocupação.

Nos meses de abril e maio de 2011 foram realizadas visitas para aplicação de entrevistas com moradores das comunidades rurais de Grossos, visando obter informações sobre modos de vida, relação com os recursos naturais locais, problemas ambientais relacionados à água, resíduos e poluição, entre outras.

2.7 Aspectos cartográficos

O planejamento ambiental está estreitamente relacionado à geração e manipulação de informações e a construção de mapas. Como enfatiza Zacharias (2006, p. 35), “a representação cartográfica tem suma importância no processo de planejamento, por permitir ideias rápidas, gerais e integradoras do estado ambiental e da situação espacial da paisagem.” Nesse sentido, a noção de escala é inseparável do estudo das paisagens (BERTRAND, 1969).

Com relação ao mapeamento cartográfico, a área de estudo é enfocada sob duas perspectivas escalares: a escala que contempla toda a região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, chamada de macroescala ou escala de

macroplanejamento; e a escala local, denominada mesoescala ou escala de mesoplanejamento, com a análise direcionada ao município de Grossos.

Segundo Cendrero (1989 apud SANTOS, 2004), a escolha da escala se inicia com o tipo de planejamento proposto. O autor supracitado define três níveis de escala para planejamentos: o nível macro para planejamentos que visem o desenvolvimento, à identificação de grandes impactos e avaliação dos recursos naturais; o nível meso para planejamentos voltados à avaliação das potencialidades de uso e zoneamentos; e o nível micro com o objetivo de estabelecer um zoneamento detalhado, compatível a aplicação em planos diretores (Quadro 1).

Quadro 1 – Planejamento e níveis escalares, conforme Cendrero (1982).

PLANEJAMENTO	NÍVEL DE ESCALA	REPRESENTAÇÃO DA ESCALA	TIPO DE ESCALA
Proporciona uma visão ampla, permitindo estabelecer uma série de recomendações sobre as prioridades do desenvolvimento, atividades a serem promovidas ou problemas ambientais a considerar	Macro	<1:200.000	Reconhecimento
Maior nível de detalhes, compreendendo-se as inter-relações entre as características físicas e biológicas e as ações antrópicas.	Meso	1:200.000 – 1:25.000	Semi-detalhada
Os levantamentos baseiam-se em informações muito precisas e os dados são referidos para a localização de uma determinada atividade específica.	Micro	>1:10.000	Detalhada

Fonte: Cendrero (1982) citado por: Fensterseifer e Hansen (1996).

Para o estudo da área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizou-se a escala de macroplanejamento, com mapeamento situado em torno de 1:250.000 e impressão 1:900.000. No estudo direcionado ao município de Grossos, a escala adotada foi de mesoplanejamento, com uma escala de 1:40.000 no mapeamento e 1:70.000 na impressão.

Nesse horizonte, considerando diferentes níveis de escala para o planejamento da paisagem, Rodriguez et al. (2010) expressam que a escala de 1:250.000 corresponde ao plano regional e deve abranger agrupamentos de municípios. Para esse nível escalar têm-se as “localidades” onde devem ser analisados os problemas ambientais, a capacidade de carga, prognósticos e

cenários e o estado da organização espacial. Já na escala de 1: 50.000 temos o planejamento local que deve ser direcionado ao município. Com isso, a unidade de paisagem é denominada “comarca”, e a análise deve ser voltada ao diagnóstico ambiental, intensidade de uso, impactos ambientais, perigos, riscos e vulnerabilidade e evolução do sistema de gestão ambiental.

Postas estas questões, destaca-se que o trabalho com SIG foi de suma importância em ambas as abordagens escalares desse trabalho, possibilitando uma rápida manipulação de informações, o armazenamento de dados (APÊNDICE B) e a geração de mapas temáticos.

O mapa geomorfológico da BHRAM foi obtido por meio da interpretação dos *shapefiles* disponibilizados pela SEMARH, que tratam da compartimentação geomorfológica e da hipsometria da área em estudo, em conjunto com a análise de produtos de sensoriamento remoto (Imagem *LANDSAT* ETM⁺ 2005 e Imagens do *Google Earth*) e as checagens de campo. O traçado do perfil longitudinal da BHRAM foi desenvolvido observando-se as cotas altimétricas, a cada dez quilômetros de distância, entre a foz e as nascentes do rio Apodi-Mossoró em linha reta. Ainda neste mapa foram pontuadas as localizações das cidades inseridas na área de estudo.

Para o mapa de distribuição pluviométrica utilizou-se dados da normal pluviométrica e pluviometria total do ano de 2006, obtidos no *site* da EMPARN, sendo escolhidos 16 municípios distribuídos em todos os setores topográficos da BHRAM. Com isso, foi gerado um gráfico apresentando as diferenças encontradas na normal pluviométrica e pluviometria acumulada no ano de 2006. Já na construção do mapa de recursos hídricos, utilizou-se o *shapefile* disponibilizado pela SEMARH, destacando o curso principal do rio Apodi-Mossoró, os rios tributários e os principais lagos e açudes.

O mapa de solos foi obtido por meio da manipulação do *shapefile* disponibilizado pela EMBRAPA. Os solos são apresentados junto aos setores desmatados até 2008 conforme o material produzido pelo monitoramento do bioma caatinga realizado pelo MMA.

2.8 Análise de dados dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró

A coleta de dados sobre a BHRAM baseia-se na idéia de que os sistemas espaciais complexos podem ser concebidos pela inter-relação entre o sistema ambiental físico e o sistema socioeconômico (CHRISTOFOLETTI, 1999). Nessa perspectiva, deve-se reconhecer a existência de um mosaico de sistemas ambientais atrelados aos limites territoriais da BHRAM, assim como, aos limites do município de Grossos. Cada sistema ambiental possui estrutura e funcionamento diferentes, condicionando à existência de diferentes paisagens, que por sua vez, vão denotar variados níveis de capacidade de suporte a exploração antrópica. Essa exploração pode provocar diversos tipos de impactos que podem modificar de forma importante o funcionamento dos sistemas ambientais físicos.

Considerando a necessidade de produção de informações sobre o sistema ambiental físico e o sistema socioeconômico referentes à BHRAM, optou-se nesse estudo por se trabalhar com a elaboração e manipulação de indicadores e índices multitemáticos aplicados aos municípios da BHRAM.

O uso de indicadores no planejamento ambiental está atrelado, especialmente a perspectiva elucidativa que esse tipo de instrumento possui para a tomada de decisão. Indicadores são parâmetros que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio. Além disso, devem ter a capacidade de gerar modelos que representem as realidades, refletindo os condicionantes da interpretação dada aos seus valores, sejam eles técnicos, históricos, sociais ou mesmo lógicos, matemáticos ou lingüísticos (SANTOS, 2004).

Nessa perspectiva, os indicadores facilitam na compreensão dos dados, melhorando assim, a qualidade das pesquisas na medida em que permitem quantificar, qualificar ou mensurar algum elemento desejado (REZENDE; DIAS, 2005). Assim sendo, as definições e características dos indicadores podem ser bastante variadas dependendo da abordagem a ser considerada. Desse modo, é fundamental que os indicadores sejam observados e interpretados dentro do contexto especificamente pretendido de análise (SOUSA, 2009).

Os indicadores normalmente são definidos de acordo com algum modelo, isso facilita na sua elaboração que depende do entendimento de quais os melhores

indicadores a serem utilizados e quais podem ser agregados na transformação de um determinado índice.

Um dos mais reconhecidos internacionalmente é o sistema de indicadores ambientais da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD), o qual utiliza o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER). Baseia-se no princípio da causalidade, estabelecendo que “as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente [...] mudando o seu estado. As mudanças afetam a qualidade do ambiente. A sociedade responde [...] com políticas ambientais, econômicas ou setoriais [...]”. (SANTOS, 2004, p. 67; FIDALGO, 2003).

De acordo com Bellen (2006), outros modelos que recebem destaque internacional voltados aos indicadores de sustentabilidade são: o Barômetro da Sustentabilidade, o Painel de Sustentabilidade, a Pegada Ecológica e o Índice de Sustentabilidade Ambiental.

Algumas experiências nacionais relacionadas à construção e uso de modelos de indicadores de sustentabilidade também foram desenvolvidas. O IBGE (2008) publicou um trabalho relacionado aos indicadores de desenvolvimento sustentável voltados para a realidade brasileira. Nele, o Instituto apresenta os indicadores por meio de quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional.

Conforme expresso em documento do IBGE (2005), são reconhecidas as dificuldades inerentes à construção de um sistema de informações ambientais que seja amplamente aceito. Além da deficiência de informações básicas, “pesam, ainda, problemas conceituais e a definição de um marco conceitual metodológico, amplamente aceito, que permita a agregação de informações” (IBGE, 2005, p. 12).

Para a realização da etapa de análise e diagnóstico referente ao estudo em macroescala da BHRAM, o uso de indicadores foi particularizado em áreas temáticas cujas possibilidades de aquisição contínua de dados fossem amplamente favoráveis. Outras propriedades fundamentais para a utilização de indicadores foram observadas, sendo elas: a relevância, a validade, a confiabilidade, a sensibilidade, a especificidade e o custo-efetivo (CARVALHO; BARCELOS, 2010).

A transformação das informações em índices, e a posterior análise espacializada e comparativa entre os municípios estudados, foi o mote que norteou a elaboração do quarto capítulo desta tese. Tayra e Ribeiro (2006) mencionam que, na atualidade, existem muitas iniciativas para a construção de indicadores e índices

de sustentabilidade voltados para os municípios. Nas bacias hidrográficas, se torna importante a criação de sistemas de informações ambientais que, atrelados a indicadores e índices municipais, possam favorecer o processo de planejamento e gestão ambiental.

Braga et. al. (2004) desenvolveram pesquisa voltada para a construção de índices de sustentabilidade local na região da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, estado de São Paulo, e concluíram que a definição dos índices municipais se constitui em uma ferramenta útil na avaliação ambiental e comparação entre os municípios.

Mesmo reconhecendo que ainda não existe um consenso na literatura sobre a definição do que seja um índice, prevalecendo a confusão entre o que seria um indicador e, a partir de quando, este se tornaria um índice, ou se esse seria apenas um indicador agregado (CARVALHO; BARCELOS, 2010), não se pode negar que o trabalho com os índices tem potencial para elucidar e direcionar ações de planejamento diante de questões complexas.

Nesse sentido, sem se ater a um modelo específico e com metodologia própria para a construção dos índices, destaca-se que as áreas temáticas elencadas neste estudo agregam informações importantes referentes a aspectos socioeconômicos, administrativos, físico-naturais e biológicos, envolvendo os municípios situados na região da BHRAM.

Com relação à análise dos sistemas ambientais físicos foi concebido um Índice de Estado do Meio Ambiente (IEMA) para os municípios. Esse índice é o resultado do estudo interpretativo sobre a ecodinâmica dos sistemas ambientais, atrelado aos dados sobre o desmatamento da BHRAM. Já sobre o sistema socioeconômico foram produzidos dois índices, o Índice de Pressão Socioeconômica (IPS) e o Índice de Gestão Ambiental Municipal (IGAM). O primeiro é o resultado da compilação e ajuste de dados vinculados a população e renda dos municípios. O segundo trata da agregação de dados sobre as condições da gestão ambiental nos municípios da BHRAM.

O objetivo central dessa abordagem não é propriamente a mensuração do desenvolvimento sustentável. Pretende-se constituir um diagnóstico ambiental que utilize bases de dados públicas pré-existentes, aliadas a levantamentos primários, a fim de orientar ações de planejamento ambiental e o desenvolvimento de uma

estrutura de informações que permita o monitoramento evolutivo de áreas-chave para a conservação e gestão ambiental da BHRAM.

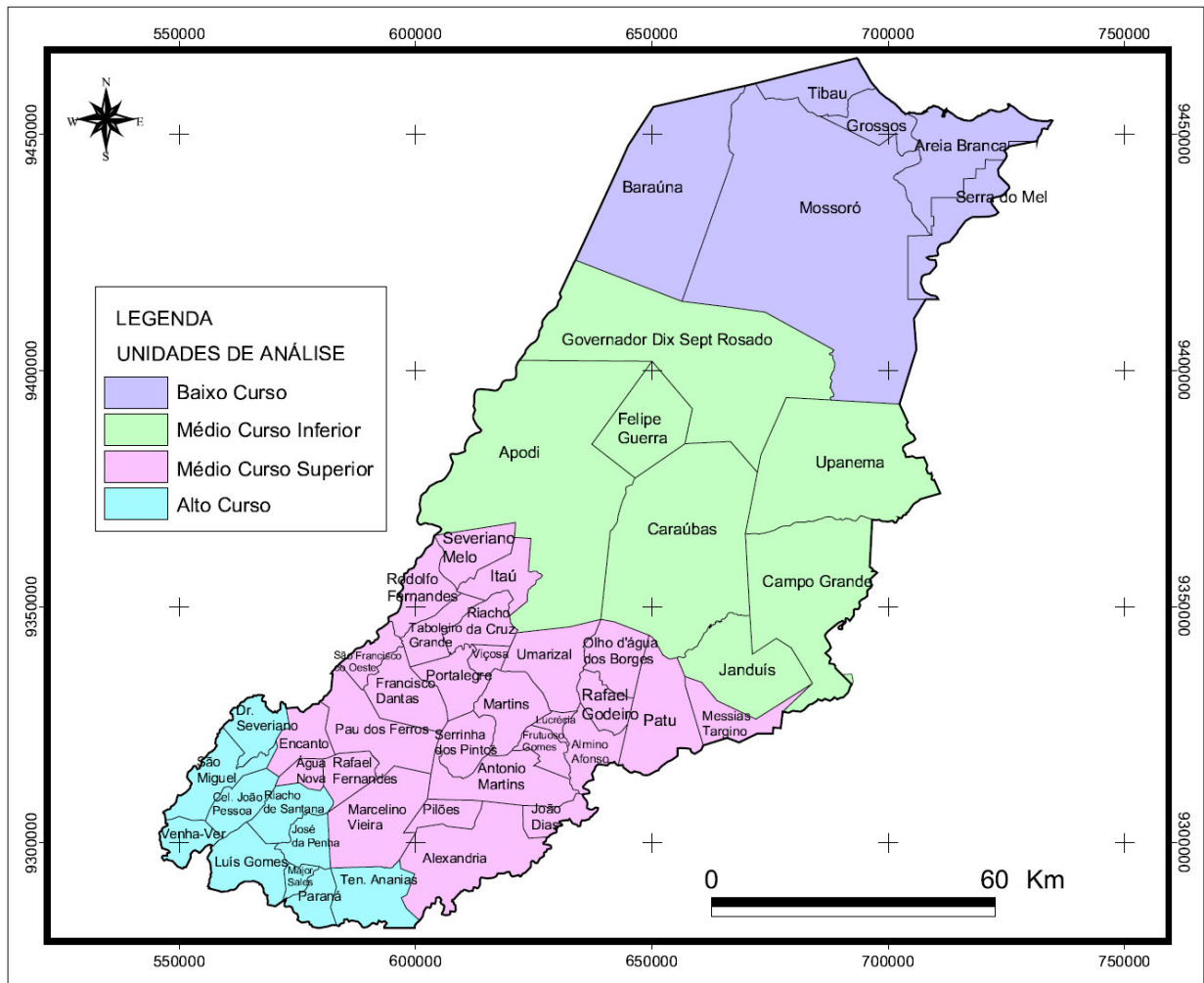
A área da pesquisa foi compartimentada em unidades de análise, visando facilitar a interpretação sobre a espacialização das informações municipais. Estas unidades foram delimitadas em função das condições topográficas da BHRAM e dos limites político-administrativos dos municípios (Quadro 2), sendo definidas quatro classes: o baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto curso, conforme disposto na Figura 6.

Quadro 2 – Compartimentação da bacia do rio Apodi-Mossoró, conforme os limites político-administrativos dos municípios e perfil topográfico.

BAIXO CURSO	MÉDIO CURSO INFERIOR	MÉDIO CURSO SUPERIOR	ALTO CURSO
Tibau; Grossos; Serra do Mel; Baraúna; Areia Branca e Mossoró.	Governador Dix Sept Rosado; Upanema; Felipe Guerra; Apodi; Caraúbas; Campo Grande e Janduís.	Severiano Melo; Itaú; Riacho da Cruz; Olho D'água dos Borges; Patu; Messias Targino; Rafael Godeiro; Almino Afonso; Lucrécia; Umarizal; Martins; Viçosa; Tabuleiro Grande; Rodolfo Fernandes; São Francisco do Oeste; Francisco Dantas; Portalegre; Serrinha dos Pintos; Antonio Martins; Frutuoso Gomes; João Dias; Alexandria; Pilões; Marcelino Vieira; Rafael Fernandes; Pau dos Ferros; Água Nova e Encanto.	Tenente Ananias; Paraná; Major Sales; Luis Gomes; José da Penha; Riacho de Santana; Venha-Ver; Coronel João Pessoa; São Miguel e Doutor Severiano.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Figura 6 – Municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró distribuídos em unidades de análise.



Fonte: IDEMA (2008).

Para a organização geral e manipulação dos dados, indicadores e índices produzidos, utilizou-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Fitz (2008) define SIG como:

[...] um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido. (FITZ, 2008, p. 23).

Com o uso desta ferramenta, a espacialização das informações representa um *link* a mais para a compreensão das inter-relações entre os índices, os municípios e os sistemas ambientais. Os SIGs permitem análises espaciais complexas por meio da rápida formação e alteração de cenários que possibilitem

aos planejadores em geral, subsídios para a tomada de decisões (CARVALHO; PINA; SANTOS, 2000).

Apesar da grande importância nos estudos ambientais, é preciso mencionar que, como discorre Silva (2003, p. 28), “a utilização dos SIGs não garante a certeza e a segurança de que o produto final corresponda às alternativas de soluções corretas”. É preciso que haja um controle rigoroso da qualidade do banco de dados.

Fica evidente nas palavras de Silva (op. cit.), que o processo de aquisição, análise e organização das informações ambientais em um SIG, requer um extremo cuidado em todas as etapas para a consecução de um trabalho com valor prático. Evidencia-se que, na pesquisa ora apresentada, a aquisição das informações para estruturação dos índices foi criteriosa e pautada no reconhecimento do trabalho dos órgãos que as disponibilizaram.

2.8.1 Indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental municipal

*A metodologia referente a este tópico está descrita no artigo completo, publicado na revista científica *Sociedade & Natureza*, apresentado no capítulo 04, tópico 4.2.

2.8.2 Ecodinâmica, capacidade de suporte e desmatamento

Uma das questões mais importantes na análise ambiental sistêmica reside nos critérios para a delimitação dos sistemas ambientais. Essa tarefa pode ser mais complexa na medida em que sejam trabalhadas áreas territoriais maiores que possuam um maior adensamento de variáveis biofísicas e antrópicas.

Souza (2007) admite como base para a delimitação dos sistemas ambientais as características geomorfológicas, considerando que os limites do relevo e as feições do modelado são passíveis de uma delimitação mais precisa. No estudo de áreas territoriais menores, variáveis como vegetação, uso e ocupação dos solos ou recursos hídricos podem assumir uma maior importância na identificação e mapeamento dos sistemas ambientais.

Desse modo, acompanhando o pensamento de Souza (op. cit.), a compartimentação dos sistemas ambientais da BHRAM baseou-se no paradigma sistêmico dando ênfase à percepção de conjunto e as interações dos diversos

componentes ambientais, considerando-se a geomorfologia como atributo principal para o processo de diferenciação e delimitação das unidades ambientais.

Com a análise das cartas temáticas, nas quais estão evidenciados os elementos geoambientais componentes do meio ambiente (geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação), assim como da imagem do satélite *LANDSAT 7 TM⁺* do ano de 2005, foram vetorizados em ambiente computacional, com o uso do *software Arcview 3.2*, os sistemas ambientais representativos da bacia do rio Apodi-Mossoró para a escala de mapeamento adotada nesse estudo (1: 250.000). As técnicas utilizadas para o reconhecimento e interpretação do material geocartográfico, foram a interpretação visual, análise automatizada e *overlay*.

A definição da capacidade de suporte de cada um dos sistemas ambientais da BHRAM se deu a partir da análise das condições dinâmicas resultantes do jogo de relações entre os componentes ambientais. Buscou-se inicialmente, por meio de análise de imagem de satélite *LANDSAT 7 TM⁺* de 2005 e de trabalhos de campo, verificar uma correlação entre os sistemas ambientais e as categorias empregadas por Tricart (1977) para avaliação do grau de estabilidade empregando-se os princípios da ecodinâmica (Quadro 3).

A ecodinâmica busca estudar a organização do espaço para determinar como uma ação humana se insere na dinâmica natural com a finalidade de corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração sustentável dos recursos naturais que o meio oferece. Segundo a ecodinâmica, os sistemas ambientais podem ser enquadrados em três tipos de meios em função do balanço entre a morfogênese e a pedogênese, quais sejam: meios estáveis, meios intergrades (transição) e meios fortemente instáveis.

Ainda segundo o autor retromencionado, existe uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida, sendo que um dos objetivos da administração e ordenamento do meio ambiente deve ser diminuir a instabilidade morfodinâmica.

Quadro 3 – Esboço descritivo dos meios ecodinâmicos, segundo Tricart.

CLASSIFICAÇÃO ECODINÂMICA DOS SISTEMAS AMBIENTAIS		
MEIOS ESTÁVEIS	MEIOS DE TRANSIÇÃO	MEIOS FORTEMENTE INSTÁVEIS
<p>Atividade morfogenética fraca ou nula. Equilíbrio entre os componentes bióticos e abióticos. Cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese. Predominância da pedogênese frente à morfogênese. Dissecção moderada do relevo, sem incisão violenta dos cursos d'água e vertentes de lenta evolução.</p>	<p>Transição entre os meios estáveis e fortemente instáveis, podendo tender tanto a um quanto a outro. Interferência permanente da pedogênese e morfogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço.</p>	<p>Morfogênese muito ativa, comandando a evolução do ambiente. Cobertura vegetal ausente ou muito aberta, permitindo a conformação de processos mecânicos de desgaste de rochas e transporte de sedimentos. Relevos fortemente dissecados, podendo estar ou não associados a solos rasos. Condições bioclimáticas agressivas.</p>

Fonte: TRICART (1977).

No que diz respeito à perspectiva de mensuração dos fluxos de energia e matéria, Tricart (op. cit.) considera que não poderia elaborar um sistema de gráficos das várias interações existentes, considerando muitas medições “difícilimas” de fazer em função da complexidade inerente ao conjunto de variáveis que estão constantemente reagindo umas sobre as outras. Contudo, destaca que o conceito de sistema permite aplicar avaliações já com dados qualitativos.

Dessa forma, os sistemas ambientais da BHRAM foram classificados como ambientes estáveis, de transição e fortemente instáveis, de acordo com a disposição e estrutura de elementos como as rochas, as formas do relevo, o clima, a influência dos recursos hídricos na dinâmica sedimentar, os tipos de solos e as características da cobertura vegetal natural. A importância desse detalhamento reside na possibilidade de análise, a partir do grau de estabilidade, de áreas submetidas a algum tipo de uso ou pressão incompatível com a sustentabilidade dos recursos ambientais, que podem estar impactando nas condições de equilíbrio dos sistemas ambientais.

A capacidade de suporte dos sistemas ambientais é diretamente proporcional a sua capacidade de resistência e resiliência frente às intervenções de origem antrópica. Essas intervenções podem assumir diferentes intensidades, abrangência territorial e caráter físico, químico ou biológico. Nesse nível de análise,

considera-se o sistema ambiental como um todo integrado, o qual mantém relações de funcionalidade entre seus elementos. Uma vez que algumas dessas relações são alteradas, as propriedades sistêmicas entram em desordem temporária até o alcance de um novo ponto de equilíbrio. Na natureza, esse processo é contínuo, porém cabe ressaltar que a ascensão da sociedade e de seus sistemas produtivos tem acelerado processos de mudança na fisionomia das paisagens.

Assim, por intermédio da avaliação da ecodinâmica dos sistemas ambientais da BHRAM, convencionou-se neste estudo que os meios fortemente instáveis são detentores de uma capacidade de suporte baixa ao uso e ocupação antrópicos. Isso se deve ao fato de que esse tipo de ambiente apresenta uma dinâmica ambiental muito intensa e muito sensível ao desmatamento. Os meios de transição são detentores de uma capacidade de suporte moderada à baixa dependendo fundamentalmente das condições limitativas do relevo. Já os meios estáveis são detentores de capacidade de suporte alta, na qual a exploração antrópica pode desenvolver certo nível de exploração direta do meio, em consonância com a manutenção da base de sustentação dos recursos naturais.

Um dos problemas mais eminentes, que testam a capacidade de suporte dos sistemas ambientais em bacias hidrográficas, é o desmatamento, visto que a retirada da cobertura vegetal é uma das primeiras ações a serem realizadas quando se vai utilizar uma área para fins de ocupação por atividades agrícolas, pecuárias ou urbanas. Isso repercute imediatamente na diminuição da biodiversidade (MENDES, 1997) e em alterações morfodinâmicas. A retirada da cobertura vegetal responde por grande parte dos desequilíbrios ambientais em uma bacia hidrográfica, uma vez que, a vegetação é parte de uma teia de vida em que existem relações íntimas e essenciais entre as plantas e a terra, entre as plantas e as outras plantas e entre as plantas e os animais (CARSON, 2010).

Para estabelecer um paralelo entre os dados sobre a capacidade de suporte dos sistemas ambientais da BHRAM e os percentuais de desmatamento por município, foram seguidas as seguintes etapas operacionais:

- I. Foram calculados os valores das áreas com capacidade de suporte baixa por município, utilizando a extensão *Spatial Analyst 1.1* do *software Arcview 3.2*. Esses valores foram transformados em percentuais utilizando o *software*

Microsoft Excel 2007. Posteriormente foram novamente inseridos em planilha do *Arcview*.

- II. Os percentuais de desmatamento por município foram calculados a partir dos dados disponíveis sobre o monitoramento do bioma caatinga do MMA (CARVALHO; MEDEIROS, 2010).
- III. Foram gerados gráficos integrando os dados percentuais referentes às áreas com capacidade de suporte baixa e áreas desmatadas para cada uma dos municípios da BHRAM, considerando as unidades de análise estabelecidas.
- IV. A análise dos dados foi finalizada com a geração de um mapa integrado constando os dados de desmatamento e capacidade de suporte por município conforme o Quadro 4. Esse mapa possibilitou uma melhor interpretação espacial do cenário geral da bacia quanto à situação do desmatamento nos municípios localizados em sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte.
- V. A relação entre o percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e o percentual de desmatamento por municípios da BHRAM gerou o Índice de Estado do Meio Ambiente (IEMA) definido em quatro níveis de sustentabilidade e quatro níveis de insustentabilidade. O percentual de desmatamento define se o padrão de ocupação e uso dos recursos é sustentável ou insustentável e o percentual de áreas com capacidade de suporte baixa define a intensidade de 1 a 4 como esboçado no Quadro 4. Desse modo, o pior cenário é a insustentabilidade de nível 4 e o melhor cenário é a sustentabilidade de nível 4.

Quadro 4 – Caracterização da metodologia adotada para gerar o IEMA para os municípios da BHRAM.

AREAS COM CAPACIDADE DE SUPORTE BAIXA (% por município)	AREAS DESMATADAS (% por município)	NIVEIS DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE	ASPECTOS GERAIS DE CADA NIVEL DE SUSTENTABILIDADE
>75%	51% – 100%	Insustentabilidade nível 4 ↑	O município apresenta um percentual acima de 75% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 51 a 100%. Pior cenário em termos de degradação ambiental. O município é detentor de sérios riscos ambientais.
	0% - 50%	Sustentabilidade nível 1 ↓	O município apresenta um percentual acima de 75% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 0 a 50%. O desmatamento deve ser mantido com percentuais baixos.
51% - 75%	51% - 100%	Insustentabilidade nível 3 ↑	O município apresenta um percentual variando de 51 a 75% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 51 a 100%. A maior parte do município vem sendo degradada e carece de políticas emergenciais de controle do desmatamento e recuperação ambiental.
	0% - 50%	Sustentabilidade nível 2 ↓	O município apresenta um percentual variando de 51 a 75% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 0 a 50%. As condições ambientais gerais permitem o planejamento voltado ao desenvolvimento sustentável.
26% - 50%	51% - 100%	Insustentabilidade nível 2 ↑	O município apresenta um percentual variando de 26 a 50% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 51 a 100%. Apesar de não existirem grandes extensões territoriais vulneráveis ao uso e ocupação, o desmatamento necessita ser controlado. Necessidade de reflorestamento e proteção de remanescentes de vegetação natural.
	0% - 50%	Sustentabilidade nível 3 ↓	O município apresenta um percentual variando de 26 a 50% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 0 a 50%. Condições favoráveis a manutenção da biodiversidade.
0 – 25%	51% - 100%	Insustentabilidade nível 1 ↑	O município apresenta um percentual variando de 0 a 25% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 51 a 100%. Apesar do alto índice de desmatamento, o município pode, através do incremento de políticas públicas, mitigar os efeitos negativos da antropização e reverter o cenário de degradação ambiental. Necessidade de reflorestamento e proteção de remanescentes de vegetação natural.
	0% - 50%	Sustentabilidade nível 4 ↓	O município apresenta um percentual variando de 0 a 25% de sistemas ambientais com baixa capacidade de suporte em conjunção a percentual de desmatamento variando de 0 a 50%. Melhor cenário em termos de degradação ambiental. O município apresenta condições de se desenvolver de forma sustentável. Existem áreas favoráveis a exploração econômica racional e o desmatamento é baixo.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

2.8.3 Definição de diretrizes de planejamento ambiental

A definição das diretrizes de planejamento ambiental para cada uma das unidades de análise da BHRAM resulta da avaliação conjunta das condições socioeconômicas, ambientais e institucionais. As etapas operacionais empregadas permitiram identificar uma série de situações que, depois de analisadas, proporcionaram emanar diretrizes de ações com o objetivo de melhorar as condições de sustentabilidade da bacia. É certo que, para uma bacia do tamanho e complexidade como a que possui a do rio Apodi-Mossoró, o planejamento ambiental deve possuir vários níveis escalares de análise. Nesse estudo, o aprofundamento e discussão giram em torno das variáveis relacionadas a pressão socioeconômica, a gestão ambiental municipal, o desmatamento e a capacidade de suporte.

Desse modo, foi elaborada uma matriz de integração, correlacionando os municípios, dispostos na coluna da esquerda, com os índices obtidos nos diferentes fatores analisados, esses dispostos na linha superior. A definição da cor verde para uma **situação positiva** e favorável a diminuição do risco de degradação ambiental, da cor amarela para uma **situação intermediária** e da cor vermelha para expressar uma **situação de alerta**, com alta propensão ao risco de degradação ambiental, visou possibilitar uma apreciação visual do cenário geral dos municípios da bacia frente aos quesitos analisados.

Nessa perspectiva, foram construídos quadros sinópticos, com a caracterização geral de cada uma das unidades de análise, as diretrizes gerais para o planejamento ambiental e as ações corretivas emergenciais que devem ser deflagradas para controlar situações de risco e de degradação ambiental intensas.

2.9 Análise das paisagens e zoneamento ambiental no município de Grossos

Em função da escala, os mapeamentos geoambientais do município de Grossos tiveram um maior detalhamento e importantes correções a partir da análise dos materiais geocartográficos disponíveis em escalas menores e de imagens de satélite, especialmente a imagem do satélite *ALOS* de 2009. Foram elaborados sob a plataforma do software *Arcview* 3.2 os mapas básicos, geologia, geomorfologia, solos, recursos hídricos, distribuição de amostras de sedimentos, uso e ocupação do solo, unidades de paisagem, ecodinâmica e zoneamento ambiental.

A parte técnica-operacional para a produção dos mapeamentos teve como ponto de partida a interpretação visual de imagens de satélite, supervisionada pelo *software Google Earth* e, fundamentalmente, trabalhos de campo para reconhecimento da verdade terrestre.

Na planície litorânea realizou-se, para um aprofundamento da reconstituição paleogeográfica, a análise granulométrica de sedimentos desde a faixa de pós-praia até os campos de dunas móveis, uma vez que ocorrem campos de dunas agrupados em diferentes posições relativas ao nível do mar atual. Desse modo, diagnosticar o perfil granulométrico pode ajudar a compreender a idade relativa dos campos dunares, de modo que, dessa forma, se torna possível inferir sobre a dinâmica futura desse componente morfológico de forma mais contundente.

Para isso, coletou-se quatro amostras de sedimentos. A primeira foi coletada nas dunas frontais, posteriores ao bema. A segunda foi coletada no setor a barlavento do primeiro campo de dunas, distante cerca de 1.500 metros da linha de costa. Já a terceira, no setor a sotavento do primeiro campo de dunas situado a cerca de 1.900 metros da linha de costa. A última amostra foi coletada no segundo campo de dunas, a barlavento, em uma distância aproximada de 2.500 metros do mar. Não houve coleta no terceiro campo de dunas devido às dificuldades de campo para chegar até a área.

No Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da UFC o material foi levado à estufa para secagem a uma temperatura de 60^o C, e depois de seco, foi quarteado e retiradas 100 gramas para o peneiramento úmido, permitindo a classificação textural do sedimento em cascalho, areia e lama. Esse peneiramento foi realizado em um jogo de 12 peneiras com malha, variando de 1/4 phi. Para o cálculo dos parâmetros estatísticos (Md, Mz, Si, Ski e Kg) foram utilizadas as fórmulas de *Folk & Ward* (1957), sob a plataforma do *software* ANASED.

Além disso, realizou-se entrevistas estruturadas com membros das 4 (quatro) comunidades litorâneas existentes no município. As entrevistas foram aplicadas entre fevereiro e maio de 2011 e abordam temáticas referentes a resíduos sólidos, abastecimento de água e saneamento, utilização de recursos naturais, degradação ambiental, conflitos ambientais com outras comunidades e com a atividade salineira. Procurou-se sempre abordar moradores que morassem a pelo menos vinte anos na região. Também foi realizada uma entrevista com a Secretária

de Meio Ambiente da Prefeitura de Grossos que foi enviada e respondida via email (APÊNDICE C).

Para a estruturação da proposta de zoneamento ambiental, as zonas utilizadas foram adaptadas da concepção metodológica definida para zoneamentos de Unidades de Conservação elaborado pelo IBAMA (2002), o qual considera 12 (doze) tipos de zonas como mostrado no Quadro 5.

Quadro 5 – Zonas ambientais e suas respectivas características, segundo o IBAMA - 2002.

ZONAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS GERAIS
ZONA INTANGÍVEL	Intacta e de uso proibido.
ZONA PRIMITIVA	Pouco ou nada alterada e de uso restrito e eventual.
ZONA DE USO EXTENSIVO	Com alguma alteração e de uso restrito à circulação com atividades esparsas.
ZONA DE USO INTENSIVO	Pode ser significativamente alterada e concentrar grande parte das atividades e serviços da unidade de conservação.
ZONA DE USO ESPECIAL	Destinada a moradia, serviços de administração, manutenção e proteção.
ZONA HISTÓRICO-CULTURAL	Para casos de ocorrências de sítios específicos.
ZONA DE RECUPERAÇÃO	Caso existam áreas que necessitem ser recuperadas (são zonas temporárias).
ZONA DE USO CONFLITANTE	Usos anteriores conflitantes com os objetivos de conservação.
ZONA DE OCUPAÇÃO TEMPORÁRIA	Ocorrem concentrações de populações humanas residentes, que posteriormente devem ser realocadas.
ZONA DE SUPERPOSIÇÃO INDÍGENA	Ocupada por uma ou mais etnias indígenas.
ZONA DE INTERFERÊNCIA EXPERIMENTAL	Sujeitas a alterações mediante o desenvolvimento de pesquisas.
ZONA DE AMORTECIMENTO	Entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas.

Fonte: IBAMA (2002); UNESCO (2003).

A tipificação das zonas deve ocorrer de acordo com a realidade socioeconômica e geoambiental local. A partir da leitura sobre as necessidades de organização do sistema socioeconômico, aproveitamento das potencialidades ambientais e fixação de áreas destinadas à preservação no local sob processo de planejamento é que se podem definir quais as zonas mais adequadas para aplicação. De acordo com o que foi preconizado pelo IBAMA (2002), devidamente

adequado a realidade do município de Grossos, foram definidas 8 (oito) zonas ambientais para compor o quadro de zoneamento ambiental, conforme exposto no Quadro 6.

Quadro 6 – Zonas ambientais definidas para aplicação no município de Grossos e suas respectivas características.

ZONAS AMBIENTAIS	OBJETIVO GERAL
ZONA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (ZPP)	Preservar áreas que já se constituam como Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou tenham significativo valor ecológico com a finalidade de criação de unidades de conservação da categoria de proteção integral. Restrição muito alta.
ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (ZPA)	Proteger áreas com valor paisagístico e ecológico, permitindo e incentivando usos indiretos, com destaque para o uso turístico, lazer e educação ambiental. Restrição alta.
ZONA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ZRA)	Recuperar áreas de significativo valor ecológico que estejam sob forte impacto ambiental. Após a recuperação essa área deve passar a ZPP. Restrição muito alta.
ZONA DE PROTEÇÃO DE LAGOAS (ZPL)	Proteger as lagoas sazonais mais significativas do município através da promoção sistemática de ações de fiscalização e educação ambiental. Restrição alta.
ZONA DE USO EXTENSIVO (ZUE)	Incentivar as atividades humanas de impacto ambiental baixo a moderado, garantindo a permanência de uma boa densidade de cobertura vegetal. Restrição moderada.
ZONA DE USO INTENSIVO (ZUI)	Incentivar as atividades humanas de impacto ambiental moderado a alto, garantindo a manutenção da qualidade ambiental geral. Restrição baixa.
ZONA HISTÓRICO-CULTURAL (ZHC)	Valorizar a concepção histórica das salinas artesanais, promovendo ações para incentivar a visitação, o turismo cultural e a educação ambiental. Restrição baixa.
ZONA DE PLANEJAMENTO URBANO (ZPU)	Zona destinada ao planejamento urbano que deve ser desenvolvido em uma escala maior, considerando um aprofundamento nas discussões sobre o uso e ocupação do solo com a população da área urbana.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

3 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL NA BACIA DO RIO APODI-MOSSORÓ

As condições socioeconômicas e ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, apresentadas na forma de inventário e seguidas dos respectivos diagnósticos, compõem etapa fundamental para o planejamento ambiental. As pesquisas que vislumbrem desvendar os caminhos para a sustentabilidade ambiental, necessitam da contextualização das principais vertentes temáticas que interagem sobre um território, derivadas do modo de apropriação humana e dos componentes ambientais setoriais.

Em todo caso, o pesquisador está submetido a variáveis que vão condicionar a construção desse apanhado inicial de informações como a disponibilidade de bases de dados públicas sobre sociedade, economia e natureza, trabalhos científicos que tragam informações gerais da área de estudo, disponibilidade de materiais geocartográficos, atlas, entre outras.

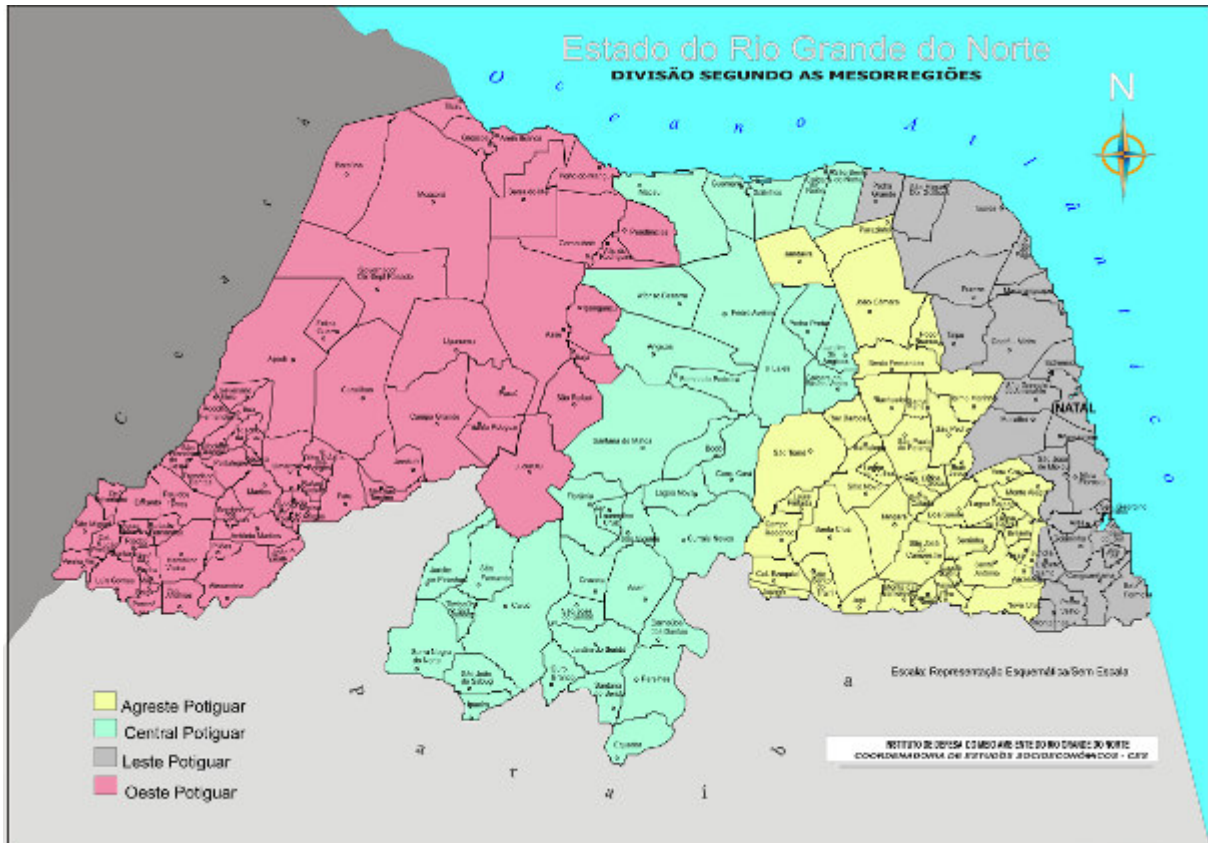
3.1 Análise e diagnóstico socioeconômico

A disposição atual das condições socioeconômicas encontradas nos diversos municípios da área de estudo está vinculada a fatores como o processo histórico de ocupação, o emprego de técnicas de uso e exploração de recursos naturais, questões políticas, condições físico-naturais, constando que só uma investigação mais aprofundada desta temática poderia revelar os fatores preponderantes da dinâmica socioeconômica. No entanto, não sendo objetivo específico da presente pesquisa esse aprofundamento evolutivo-temporal, ater-se-á à apresentação, análise e discussão de dados secundários recentes coletados por meio de fontes bibliográficas locais, estaduais e, em especial, do IBGE [entre 2000 e 2010].

O estado do Rio Grande do Norte possui sua capital, a cidade de Natal, situada no setor leste, tendo como segundo núcleo urbano de maior importância socioeconômica, a cidade de Mossoró, na Região Oeste. Em sua regionalização interna com fins de planejamento, foram verificadas (CARVALHO; FELIPE, [200-]) várias aproximações, as quais buscam compartimentar o território do RN no intuito de facilitar a compreensão da situação socioeconômica e ambiental para promover o

processo de planejamento e gestão, como sua divisão segundo mesorregiões (Figura 7).

Figura 7 – Estado do Rio Grande do Norte e suas divisões segundo as mesorregiões.



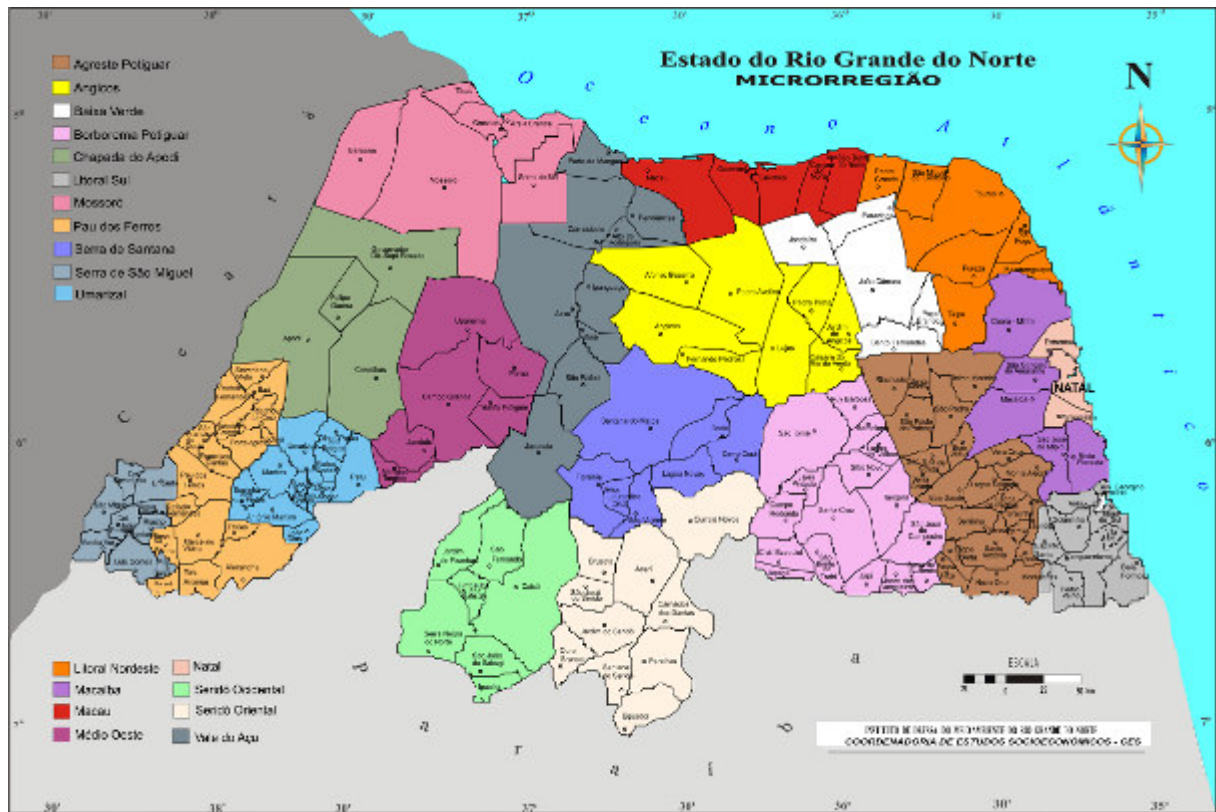
Fonte: IDEMA (2008).

A área de interesse da presente pesquisa encontra-se inserida na Mesorregião Oeste Potiguar. Contudo, salienta-se que essa mesorregião engloba além dos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró, alguns municípios da bacia do rio Piranhas-Açu e os municípios de Baraúna, Tibau e Areia Branca situados nas microbacias de fluxo hídrico difuso.

Considerando o mapa das microrregiões (Figura 8), a área de interesse agrega as microrregiões de Mossoró, Chapada do Apodi, Médio Oeste⁵, Pau dos Ferros, Umarizal e Serra de São Miguel. Já a distribuição e localização geográfica dos municípios e centros urbanos de interesse para essa pesquisa pode ser visualizada na Figura 9.

⁵ Nesse caso, estão excluídos das análises os municípios de Paraú e Triunfo Potiguar por pertencerem à bacia do rio Piranhas-Açu.

Figura 8 – Estado do Rio Grande do Norte e sua divisão segundo as microrregiões.



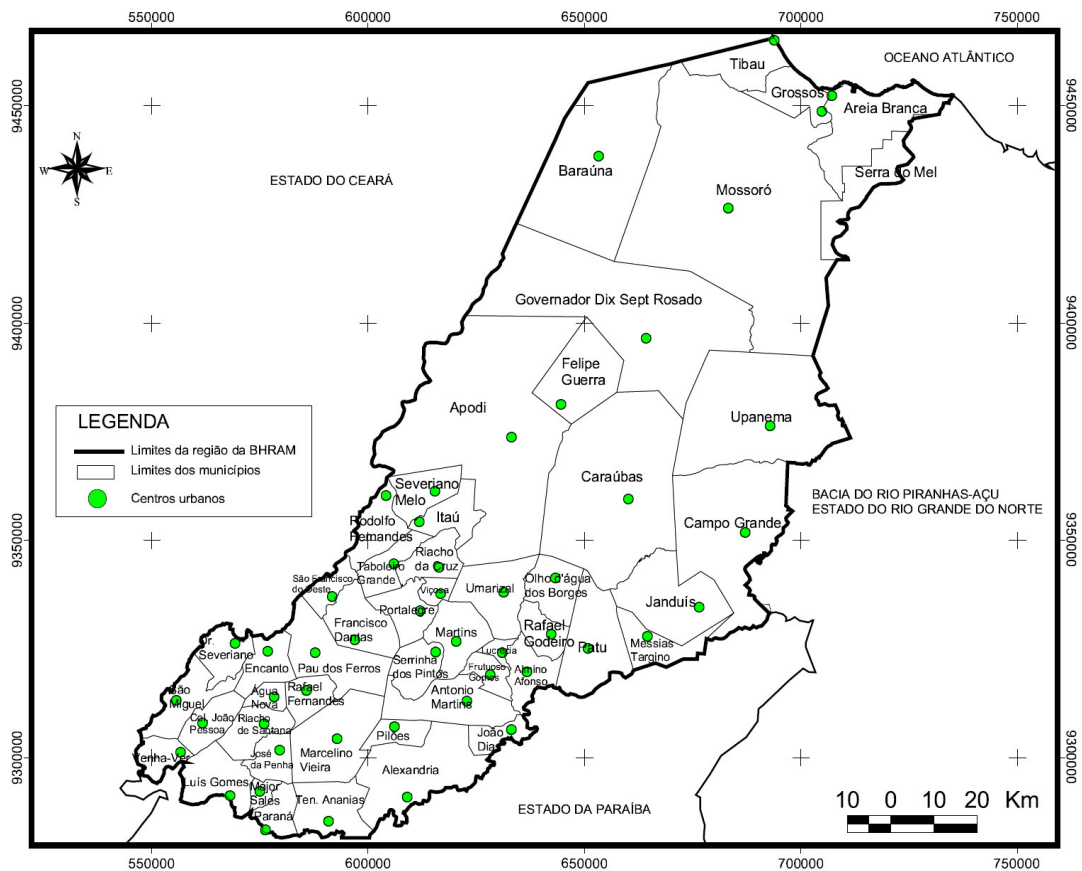
Fonte: IDEMA (2008).

Boa parte dos municípios dispostos no centro-norte da área de estudo apresenta grandes áreas territoriais como é o caso de Mossoró, Baraúna, Gov. Dix Sept Rosado, Apodi, Caraúbas, Upanema e Campo Grande, enquanto que os municípios dispostos no centro-sul apresentam pequenas áreas territoriais. Dos 51 municípios sob análise, os 37 que estão dispostos nas microrregiões de Umarizal, Pau dos Ferros e São Miguel ocupam menos da metade da área territorial total em estudo.

Pode-se inferir como uma das condicionantes que impulsionaram essa configuração territorial a distribuição da oferta de água. A maior concentração de recursos hídricos superficiais está disposta entre o médio e alto curso da BHRAM em função das condições geológicas, tendo em sua primazia, ambientes cristalinos. Já entre o médio e o baixo curso, os terrenos sedimentares, devido à alta permeabilidade e topografia plana, apresentam uma baixa densidade de rios, sendo que a maior oferta de água encontra-se nos aquíferos da Formação Jandaíra e Formação Açu, necessitando de perfurações que podem variar entre 150 e 1.500 metros de profundidade.

Por ser o segundo município mais importante do RN, em termos socioeconômicos, Mossoró apresenta em seus indicadores sociais e econômicos, via de regra, valores muito superiores aos dos outros municípios da área de estudo. Essa diferença fica nítida quando correlacionados os dados de População Total e Produto Interno Bruto (PIB) do município de Mossoró com a soma total dos valores dos outros cinquenta municípios pertencentes à área de estudo.

Figura 9 – Distribuição espacial dos municípios na área de estudo.



Fonte: Adaptado de SEMARH (2009).

No tocante à população, Mossoró agregava em 2000, conforme dados do IBGE (IDEMA, 2010), 35% da população total estimada para a área de estudo, tendo uma taxa de urbanização de 93,1%, uma das maiores entre os municípios estudados. De acordo com os dados do PIB, esse município era responsável por 53% de tudo que era produzido pela economia contra 47% do somatório dos 50 municípios restantes. Essa disparidade coloca Mossoró como um município polarizador da Região Oeste, corroborando para destacar sua importância no cenário social e econômico do RN.

Na Tabela 1 estão dispostas informações sobre população total, população urbana, rural, densidade demográfica, taxa de urbanização e área total dos municípios. A população total de 36 municípios não ultrapassa, individualmente, os 10.000 habitantes, sendo que destes, 21 não ultrapassam os 5.000 habitantes. Verifica-se assim que, de um modo geral, a maior parte dos municípios é de pequeno porte. A maior taxa de urbanização é a do município de Serra do Mel, com 99,59%, e a menor é a do município de Paraná, com 18,19%. Apenas 12 municípios apresentam percentuais inferiores a 50%. Considerando-se os somatórios das populações totais dos municípios, urbanas e rurais, 73% da população total é urbana e 27% rural. Já a maior densidade demográfica verificada é em São Francisco do Oeste, com 122,7 hab/km², e a menor em Campo Grande, com 10,15 hab/km². Do total de municípios, 30 apresentam densidade demográfica abaixo de 50 hab/km².

Tabela 1 – Informações populacionais e territoriais dos municípios da área de estudo.

Municípios	População Total	População Urbana	População Rural	Densidade Demográfica	Taxa de Urbanização	Área km ²
Água Nova	2678	1630	1048	57,27	60,87	51
Alexandria	13772	8890	4882	34,58	64,55	381
Almino Afonso	5195	3375	1820	37,67	64,97	128
Antonio Martins	6757	3157	3600	25,14	46,72	245
Apodi	34174	16353	17821	22,7	47,85	1603
Areia Branca	22530	17861	4669	65,66	79,28	358
Baraúna	18922	11965	6957	25,99	63,26	826
Campo Grande	9024	4670	4354	10,15	51,75	897
Caraúbas	18810	12304	6506	16,2	65,41	1095
Coronel João Pessoa	4703	1812	2891	40,05	38,53	117
Dr. Severiano	6552	2261	4291	61,37	34,51	108
Encanto	4798	2116	2682	38,53	44,1	126
Felipe Guerra	5534	3276	2258	19,25	59,2	268
Francisco Dantas	3021	1571	1450	15,59	52	182
Frutuoso Gomes	4580	2726	1854	71,96	59,52	63
Gov. Dix Sept Rosado	11772	5904	5868	11,29	50,15	1129
Grossos	8249	6275	1974	71,11	76,07	126
Itaú	5271	4110	1161	42,06	77,97	133
Janduís	5597	3761	1836	17,41	67,2	305
João Dias	2596	1189	1407	29	45,8	88
José da Penha	5908	3287	2621	52,43	55,64	118
Lucrecia	3218	1932	1286	109,8	60,04	31
Luis Gomes	9154	5907	3247	57,32	64,53	167
Major Sales	2948	2255	693	96,71	76,49	32
Marcelino Vieira	8373	4138	4235	23,26	49,42	346
Martins	7725	4194	3531	44,68	54,29	169
Messias Targino	3718	2910	808	29,2	78,27	135
Mossoró	213841	199081	14760	108,9	93,1	2110
Olho D' Água Borges	4461	3176	1285	31,03	71,19	141
Paraná	3633	661	2972	45,97	18,19	81
Patú	11171	8848	2323	33,69	79,21	319
Pau dos Ferros	24758	22311	2447	106,28	90,12	260
Pilões	3002	2178	824	43,66	72,55	83

Municípios	População	População Urbana	População Rural	Densidade Demográfica	Taxa de Urbanização	Área km ²
Porta Alegre	6746	2983	3763	63,94	44,22	110
Rafael Fernandes	4247	2206	2041	54,44	51,94	78
Rafael Godeiro	2953	1752	1201	29,34	59,33	100
Riacho da Cruz	2667	2169	498	21,36	81,33	127
Riacho de Santana	4200	1586	2614	34,08	37,76	128
Rodolfo Fernandes	4467	3781	686	25,05	84,64	155
São Francisco do Oeste	3986	2456	1024	45,78	61,61	76
São Miguel	20124	11655	8469	122,7	57,92	164
Serra do Mel	8237	8203	34	13,61	99,59	617
Serrinha dos Pintos	4295	1845	2441	34,91	43,17	123
Severiano Melo	10579	2275	8304	76	21,5	141
Taboleiro Grande	2029	1608	421	16,11	79,25	124
Tenente Ananias	8875	5581	3294	37,46	62,88	224
Tibau	3197	2688	509	19,73	84,08	162
Umarizal	11092	8844	2248	51,85	79,73	214
Upanema	10991	5043	5948	14,42	45,88	882
Venha Ver	3422	713	2709	52,91	20,84	72
Viçosa	1521	1408	113	44,15	92,57	38

Fonte: Adaptado de IBGE [entre 2000 e 2010] e IDEMA (2010).

Com relação ao tamanho dos municípios em análise, Mossoró apresenta a maior dimensão territorial, com 2110 km² de área, representando 13% da área total em estudo. Já o município de menor área territorial é Lucrécia com uma área total de 31 km². Apenas 11 dos 51 municípios apresentam área total inferior a 100 Km².

Na Tabela 2 estão dispostos os dados referentes à economia dos municípios constando o PIB total e sua componente agropecuária, industrial, de serviços e de impostos. Conforme citado anteriormente, nesse quesito, Mossoró está muito a frente dos outros municípios. Depois de Mossoró (R\$ 2.676.568.000,00), com relação ao PIB total, estão os municípios de Areia Branca, Apodi, Pau dos Ferros, Baraúna e Gov. Dix Sept Rosado, respectivamente, com R\$ 420.949.000,00, R\$ 204.705.000,00, R\$ 148.566.000,00, R\$ 136.461.000,00 e R\$ 115.909.000,00.

No município de Areia Branca a economia gira em torno da atividade salineira, extração de petróleo e serviços. O município de Apodi é um importante pólo agropecuário, industrial e de serviços. Em Pau dos Ferros o destaque é o setor de serviços, centralizando a atividade comercial em sua microrregião. Baraúna é um município eminentemente agrícola, porém o setor de serviços também contribui significativamente para a formação do PIB. Recentemente estão se instalando na sua zona rural indústrias de cimento. Já o município de Governador Dix-Sept Rosado é conhecido pela forte atuação da indústria da cal. Com isso, existem

inúmeros fornos de queima da cal espalhados na zona rural e no entorno da zona urbana. No que diz respeito ao PIB, trinta e um municípios apresentam PIB total inferior a R\$ 30.000.000,00. Contudo, o município que apresenta o menor PIB é o de Viçosa, totalizando R\$ 8.379.000,00.

Tabela 2 – Valores do PIB total e segregado por atividades agropecuária, indústria, serviços e impostos.

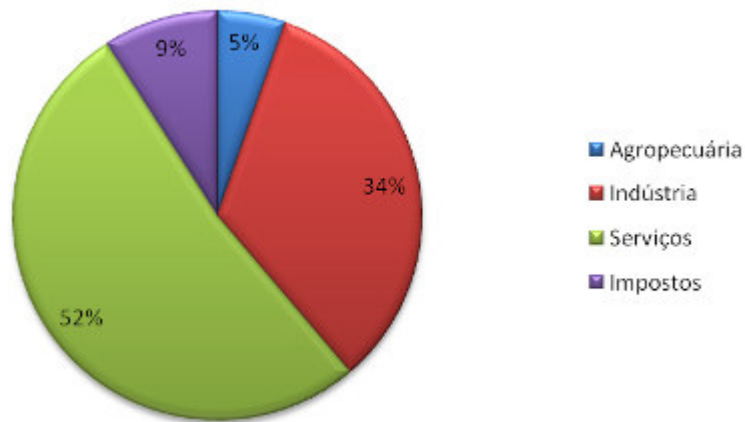
Municípios	PIB (R\$)	Agropecuária (R\$)	Indústria (R\$)	Serviços (R\$)	Impostos (R\$)
Água Nova	10.612.000,00	982.000,00	719.000,00	8.377.000,00	535.000,00
Alexandria	50.403.000,00	4.446.000,00	3.367.000,00	36.697.000,00	2.893.000,00
Almino Afonso	18.441.000,00	2.237.000,00	1.298.000,00	13.631.000,00	1.277.000,00
Antonio Martins	23.713.000,00	2.383.000,00	1.646.000,00	18.128.000,00	1.555.000,00
Apodi	204.705.000,00	15.662.000,00	79.913.000,00	97.592.000,00	11.539.000,00
Areia Branca	420.949.000,00	6.662.000,00	289.041.000,00	106.610.000,00	18.636.000,00
Baraúna	136.461.000,00	45.881.000,00	7.353.000,00	65.251.000,00	17.976.000,00
Campo Grande	33.697.000,00	4.447.000,00	2.084.000,00	24.880.000,00	2.286.000,00
Caraúbas	126.034.000,00	7.303.000,00	40.971.000,00	69.492.000,00	8.268.000,00
Coronel João Pessoa	16.474.000,00	1.196.000,00	1.170.000,00	13.375.000,00	733.000,00
Dr. Severiano	21.730.000,00	2.601.000,00	1.465.000,00	16.345.000,00	1.319.000,00
Encanto	19.443.000,00	2.616.000,00	1.291.000,00	14.199.000,00	1.337.000,00
Felipe Guerra	73.651.000,00	2.722.000,00	52.837.000,00	16.307.000,00	1.784.000,00
Francisco Dantas	12.358.000,00	1.689.000,00	816.000,00	9.022.000,00	832.000,00
Frutuoso Gomes	16.500.000,00	1.587.000,00	1.176.000,00	12.789.000,00	948.000,00
Gov. Dix Sept Rosado	115.909.000,00	4.229.000,00	68.258.000,00	37.028.000,00	6.394.000,00
Grossos	96.995.000,00	2.430.000,00	56.572.000,00	34.657.000,00	3.337.000,00
Itaú	21.136.000,00	2.366.000,00	1.409.000,00	16.003.000,00	1.357.000,00
Janduís	17.373.000,00	1.856.000,00	1.573.000,00	12.752.000,00	1.192.000,00
João Dias	10.289.000,00	760.000,00	688.000,00	8.359.000,00	483.000,00
José da Penha	23.122.000,00	2.897.000,00	1.494.000,00	17.171.000,00	1.559.000,00
Lucrecia	13.575.000,00	1.090.000,00	1.203.000,00	10.436.000,00	846.000,00
Luis Gomes	31.629.000,00	2.446.000,00	2.366.000,00	25.196.000,00	1.621.000,00
Major Sales	13.083.000,00	1.396.000,00	878.000,00	10.049.000,00	761.000,00
Marcelino Vieira	30.050.000,00	4.366.000,00	2.270.000,00	21.217.000,00	2.198.000,00
Martins	28.653.000,00	2.112.000,00	2.158.000,00	22.774.000,00	1.610.000,00
Messias Targino	16.391.000,00	1.357.000,00	1.167.000,00	12.565.000,00	1.301.000,00
Mossoró	2.676.568.000,00	83.806.000,00	942.108.000,00	1.341.880.000,00	308.773.000,00
Olho D'Água Borges	15.728.000,00	1.289.000,00	1.342.000,00	12.243.000,00	854.000,00
Paraná	14.328.000,00	1.290.000,00	989.000,00	11.280.000,00	769.000,00
Patú	42.551.000,00	2.422.000,00	3.308.000,00	34.363.000,00	2.458.000,00
Pau dos Ferros	148.566.000,00	4.773.000,00	11.980.000,00	117.483.000,00	14.331.000,00
Pilões	13.179.000,00	1.433.000,00	883.000,00	10.090.000,00	773.000,00
Porta Alegre	22.542.000,00	1.819.000,00	1.836.000,00	17.642.000,00	1.245.000,00
Rafael Fernandes	18.732.000,00	2.832.000,00	1.274.000,00	13.253.000,00	1.373.000,00

Municípios	PIB (R\$)	Agropecuária (R\$)	Indústria (R\$)	Serviços (R\$)	Impostos (R\$)
Rafael God eiro	12.897.000,00	1.474.000,00	825.000,00	9.883.000,00	716.000,00
Riacho da Cruz	11.360.000,00	709.000,00	862.000,00	9.246.000,00	543.000,00
Riacho de Santana	16.613.000,00	2.059.000,00	1.091.000,00	12.475.000,00	988.000,00
Rodolfo Fernandes	17.090.000,00	1.291.000,00	1.241.000,00	13.645.000,00	912.000,00
São Francisco do Oeste	55.055.000,00	8.205.000,00	16.429.000,00	24.933.000,00	5.488.000,00
São Miguel	15.437.000,00	1.516.000,00	1.035.000,00	12.060.000,00	827.000,00
Serra do Mel	25.764.000,00	2.821.000,00	2.376.000,00	18.800.000,00	1.766.000,00
Serrinha dos Pintos	15.158.000,00	1.334.000,00	1.840.000,00	10.909.000,00	1.074.000,00
Severiano Melo	77.835.000,00	4.925.000,00	5.564.000,00	62.820.000,00	4.527.000,00
Taboleiro Grande	9.888.000,00	1.087.000,00	653.000,00	7.587.000,00	562.000,00
Tenente Ananias	31.689.000,00	3.060.000,00	2.605.000,00	23.815.000,00	2.208.000,00
Tibau	32.383.000,00	1.671.000,00	15.753.000,00	13.553.000,00	1.406.000,00
Umarizal	43.807.000,00	3.334.000,00	3.330.000,00	33.513.000,00	3.629.000,00
Upanema	71.107.000,00	5.027.000,00	29.689.000,00	32.768.000,00	3.622.000,00
Venha Ver	13.237.000,00	1.342.000,00	850.000,00	10.331.000,00	715.000,00
Viçosa	8.379.000,00	493.000,00	590.000,00	6.888.000,00	408.000,00
TOTAL	5.013.269.000,00	269.731.000,00	1.673.636.000,00	2.612.362.000,00	454.544.000,00

Fonte: IBGE (2007) e IDEMA (2010).

Do valor da soma total dos PIBs de todos os municípios, considerando suas áreas de contribuição, verifica-se que o setor de serviços com 52% e indústria com 34%, são os que mais contribuem na formação do índice (Figura 10). Mas é preciso destacar que esses valores brutos são alavancados principalmente pela indústria do petróleo, concentrada, especialmente no município de Mossoró. Ao compararmos os valores da agropecuária e indústria por município, observa-se que em 21 municípios o PIB agropecuário é superior ao PIB industrial. A grande maioria destes está localizado fora da área de abrangência da Bacia Potiguar, corroborando para evidenciar a influência do petróleo na dinamização das economias locais.

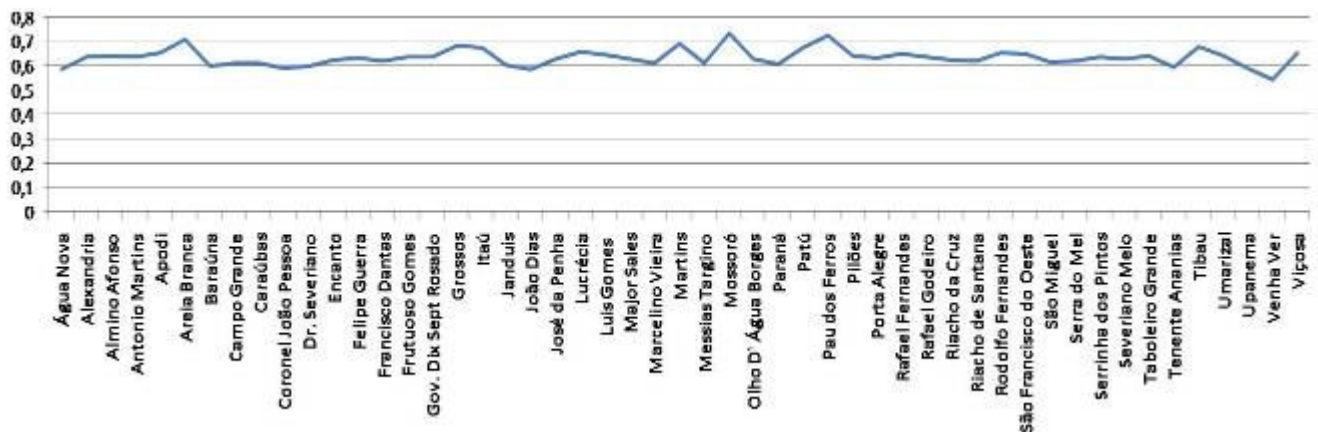
Figura 10 – Relação percentual entre os setores de contribuição na formação do PIB dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: IDEMA (2010).

O IDH dos municípios varia entre um pouco abaixo de 0,6 e um pouco acima de 0,7, como disposto na Figura 11. O IDH mais alto é observado em Mossoró e o mais baixo, no município de Venha-Ver.

Figura 11 – Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

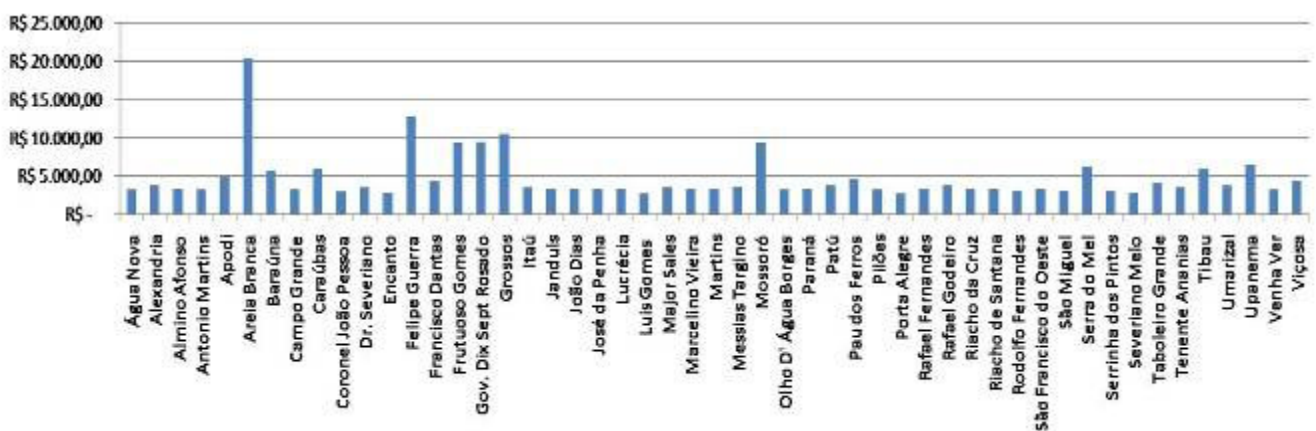


Fonte: IDEMA (2010).

Apesar da supremacia socioeconômica de Mossoró, quando analisados os dados referentes ao PIB *per capita* o destaque está no município de Areia Branca que apresenta o maior índice com o valor de R\$ 20.188,00, o dobro da grande maioria dos municípios restantes, inclusive Mossoró (Figura 12). No caso de Mossoró, o baixo valor desse índice é decorrente da grande concentração populacional (213.841 hab). Em Areia Branca, contribuem para estabelecer esse

cenário a produção de petróleo e o extenso parque salineiro conjugados a uma modesta população de 22.530 habitantes. Apenas Felipe Guerra e Grossos ultrapassam a faixa dos R\$ 10.000,00, com R\$ 12.705,00 e R\$ 10.454,00, respectivamente. No município de Felipe Guerra esse PIB *per capita* pode ser justificado por um quantitativo populacional baixo (5.534), atrelado a exploração de petróleo. Já em Grossos, também há influência do baixo número de habitantes (8.249), junto a uma intensa atividade salineira.

Figura 12 – PIB per capita dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: IDEMA (2010)

A apreciação dos dados apresentados possibilita inferir um diagnóstico para a situação socioeconômica da área pesquisada. Nesse sentido, as informações-diagnóstico pontuadas a seguir, têm o objetivo de nortear o trabalho de estruturação de diretrizes com vistas à construção de um planejamento ambiental para a área de estudo. Destacam-se como observações mais importantes:

- A bacia do rio Apodi-Mossoró possui municípios com extensa área territorial nas Microrregiões Mossoró e Chapada do Apodi e municípios com pequena área territorial nas Microrregiões Pau dos Ferros, Umarizal e Serra de São Miguel.
- O município de Mossoró apresenta indicadores econômicos muito superiores aos dos municípios restantes em função da concentração de atividades como a produção de sal, petróleo, a fruticultura irrigada e o setor de serviços.

- c) Apesar da maior parte da população viver em áreas urbanas, em 21 municípios a produção agropecuária anual supera a produção industrial anual em valores monetários. Estes municípios, em sua grande maioria, não fazem parte do polígono de produção do petróleo.
- d) Apesar de concentrar atividades geradoras de riquezas, o município de Mossoró possui o PIB *per capita* inferior ao da cidade de Areia Branca.
- e) A maioria dos municípios apresenta densidade demográfica inferior a 50 hab/km².

3.2 Análise e diagnóstico ambiental

Inicialmente são descritos os componentes ambientais de forma separada. Conforme as afinidades nas inter-relações ambientais são agrupadas parcialmente a geologia e a geomorfologia, clima e recursos hídricos e solos e vegetação. O último tópico apresenta a integração desses componentes e a caracterização dos sistemas ambientais. São descritos os principais aspectos referentes à estrutura e dinâmica desses sistemas, condicionando a uma apreciação da situação ecodinâmica e da capacidade de suporte de cada um deles.

3.2.1 Geologia e geomorfologia

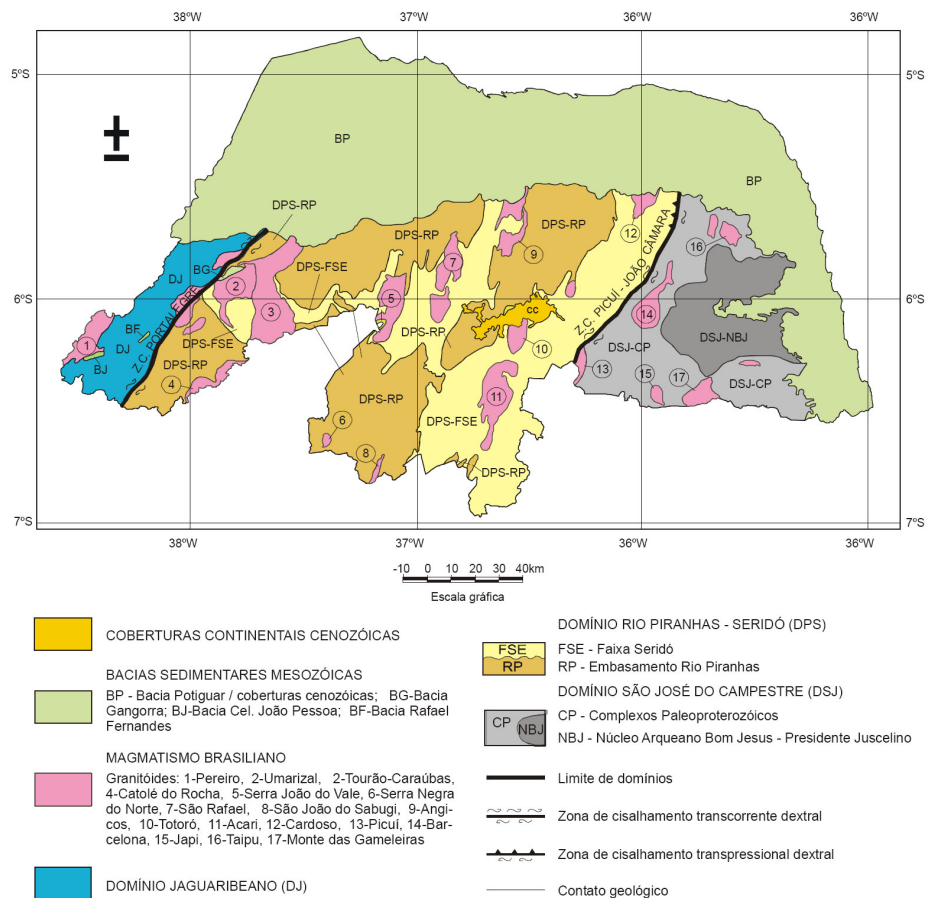
Sob a perspectiva do recobrimento geológico, o estado do Rio Grande do Norte apresenta uma grande diversidade de materiais, tendo sua evolução constituída por complexas interações entre a dinâmica tectônica e a atuação climática na dinamização e retrabalhamento dos grupos litológicos.

No arcabouço tectonoestrutural (Figura 13) pode ser observada a disposição do conjunto sedimentar, associado à Bacia Potiguar Mesozóica e as coberturas cenozóicas que recobrem toda a porção setentrional e o setor leste do estado, sempre bordejando a linha de costa. Assim, na porção centro-meridional estão dispostas litologias cristalinas pontuadas por coberturas cenozóicas de pouca expressão territorial.

Destacando a existência de diferentes hipóteses para a idade e evolução estrutural e morfológica das faixas proterozóicas do Nordeste, Castro et al. (1998) argumentam que há um consenso de que o arcabouço da região foi em grande parte moldado ao longo de eventos colisionais brasileiros e pré-brasilianos.

Com relação à ocorrência do *rift* intracontinental potiguar, Caldas (1998) aponta que sua origem tem sido o objeto de estudo de vários autores, os quais propõem modelos evolutivos que se diferenciam pela orientação dos esforços e pelos mecanismos que atuaram na época de sua geração. No setor sudoeste do estado verifica-se a ocorrência de zona de cisalhamento denominada Portalegre, subdividindo grupos litológicos compostos predominantemente pelo Domínio Rio Piranhas – Seridó a leste e pelo Domínio Jaguaribeano a oeste, intercalados por granitóides do magmatismo brasileiro, entre outras litologias de menor dimensão territorial.

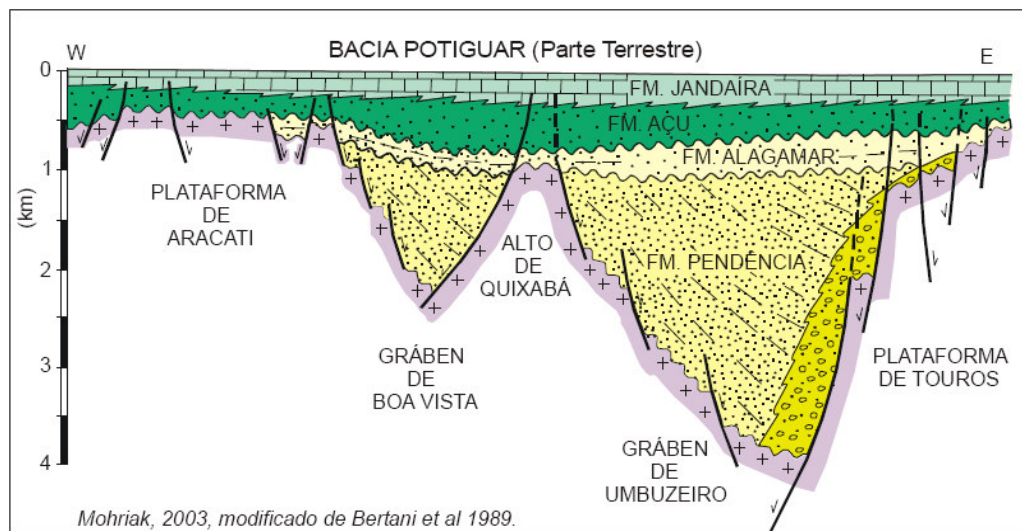
Figura 13 – Arcabouço tectonoestrutural do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Angelim; Medeiros e Nesi (2006).

Entre as formações geológicas da Bacia Potiguar emersa (Figura 14), merecem destaque a Formação Açu e a Formação Jandaíra, ambas de idade mesozóica e pertencentes ao Grupo Apodi, por aflorarem no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró e terem significativa importância na dinâmica ambiental e socioeconômica do território. A Formação Açu apresenta arenitos finos a grossos, por vezes conglomeráticos, colorações variadas, intercalação de folhelhos e argilitos no sentido do topo. Já a Formação Jandaíra apresenta calcarenitos e calcilitos bioclásticos, cinza claros a amarelados, com níveis de evaporito na base (ANGELIM; MEDEIROS; NESI, 2006).

Figura 14 – Litoestratigrafia da bacia Potiguar emersa.



Fonte: Angelim; Medeiros e Nesi (2006)

Aproximadamente 52% da área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró corresponde à ambientes sedimentares e 48% a ambientes cristalinos. Além da Formação Açu e da Formação Jandaíra, os recobrimentos sedimentares que compõem a BHRAM são: os Depósitos Litorâneos, Depósitos Aluvionares e Depósitos Coluvionares, todos de idade Quaternária; a Formação Barreiras e a Formação Serra do Martins, ambas de idade terció-quadernária (Figura 15).

Os Depósitos Litorâneos são formados por areias quartzozas, pouco ou nada compactadas, podendo variar de muito fina a fina, com pouca condição para a formação de solos. No entanto, quando muito, são formados os neossolos quartzarênicos que têm baixo teor de matéria orgânica e são fortemente drenados. Esses depósitos, de acordo com a condição climática local, fornecem sedimentos

para formação de dunas e para a manutenção das faixas praias. Também são importantes áreas de recarga do lençol subterrâneo.

Já os Depósitos Aluvionares resultam do trabalho efetuado pelos rios. No caso estudado, merecem destaque os rios Apodi-Mossoró e o rio do Camo. Segundo Baccaro (2006), os leques aluviais se localizam, geralmente, na confluência dos afluentes do rio Apodi-Mossoró e fundo de vales assoreados de sedimentos originados de fluxos torrenciais e da diminuição da capacidade de transporte.

No baixo curso, sob a influência das marés, esses depósitos passam a ser chamados de Depósitos Fluvio-Marinhos, que são formados por sedimentos muito finos, em sua maioria, siltes e argilas, possuindo boa capacidade de agregação das partículas. Sendo assim, formam tipos de solos conhecidos como gleissoslos, pouco drenados e permanentemente encharcados, os quais agregam grande quantidade de matéria orgânica, sendo comum a fixação de vegetação de mangue.

Segundo Baccaro (2006), os Depósitos Colúvio-eluviais recobrem vertentes suaves e setores côncavos na depressão sertaneja e as zonas de transição das planícies aluvionares com as baixas vertentes nos fundos dos vales.

A Formação Barreiras é constituída de sedimentos continentais de idade Terciária (Mioceno-Plioceno), que formam extensos tabuleiros. Estando próximo a faixa de praia, podem aflorar sob a morfologia de falésias. No município de Tibau podem ser encontradas falésias mortas e no município de Grossos é possível observar a Formação Barreiras delineando um paleonível do mar (Figura 16).

A Formação Serra do Martins é essencialmente arenosa, sendo considerada a camada mais antiga da Formação Barreiras, e aparece capeando a Serra de Martins tendo largura média em torno de 30 metros. Originalmente devia cobrir quase que inteiramente as áreas do Rio Grande do Norte (BACCARO, 2006).

O setor cristalino apresenta grande complexidade de formações geológicas, destacando-se o Grupo Serra de São José representada pelos migmatitos, com núcleos granitóides, quartizitos, xistos, itabiritos e calcáreo cristalino; a Formação Jucurutu destaca-se pela presença de vários corpos graníticos e está encaixada entre as rochas do Complexo Caicó e Grupo Serra de São José e as suítes magmáticas correspondem às rochas granitóides distribuídas pelo médio e alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró (BACCARO, 2006).

Figura 15 - Afloramento da Formação Barreiras em área minerada no município de Grossos.

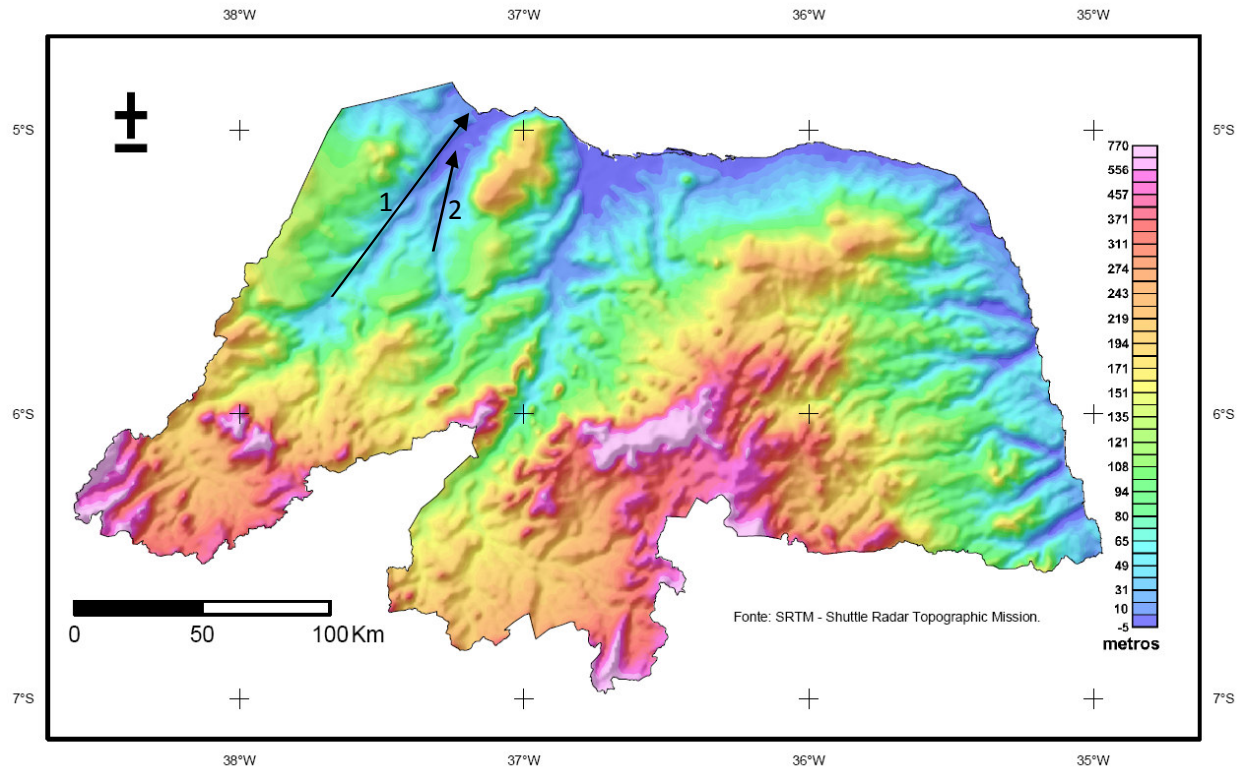


Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2010.

A geomorfologia da bacia do rio Apodi-Mossoró encontra-se vinculada às duas grandes morfoestruturas, a Bacia Potiguar (centro-norte) e o embasamento cristalino (centro-sul). Na Figura 17 podem ser observadas as feições geomorfológicas delineadas pelos níveis altimétricos do estado do Rio Grande do Norte. No setor oeste do estado, observam-se no extremo sul os maciços residuais circundados por extensas áreas de aplainamento. Os níveis altimétricos vão diminuindo do sul para o norte. Destaca-se a ampla faixa de entalhamento da drenagem superficial no médio e baixo curso do rio Apodi-Mossoró e do seu maior afluente, o rio do Camo.

Entre as feições geomorfológicas existentes na área de estudo, destacam-se a planície litorânea, planície flúvio-marinha, planície fluvial, tabuleiro costeiro, chapada do Apodi, depressão periférica, depressão sertaneja, maciços residuais, os blocos exumados pela erosão diferencial formando *inselbergs* e pães de açúcar e os platôs (Figura 18).

Figura 16 – Modelo Digital de Terreno do RN. Seta 1 – Direção do rio Apodi-Mossoró; Seta 2 – Direção do rio do Carmo.



Fonte: Angelim; Medeiros e Nesi (2006).

Recoberta por sedimentos quaternários e com morfologias associadas a extensos campos dunares, terraços marinhos, falésias e lagoas, a planície litorânea, em relação à área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, apresenta pequena dimensão territorial. A dinâmica ambiental atual é intensa e ocorre por intermédio dos processos marinhos, eólicos e pluviais. A faixa de praia está constantemente fornecendo sedimentos para os campos de dunas migratórias. Nos terraços marinhos, sazonalmente, afloram diversas lagoas freáticas. São ambientes hostis à ocupação humana, admitindo-se, por vezes, apenas alguns tipos de usos, como o turístico sustentável.

No tocante a planície flúvio-marinha, essa representa uma faixa de transição, estando submetida à hidrodinâmica continental e marinha. Na desembocadura do rio Apodi-Mossoró apresenta uma grande área, tendo em vista ser um estuário afogado. Contudo, Lins e Andrade (1977) denominam de estuário afogado intermitente, graças à combinação de efeitos da progressiva colmatagem e do regime espasmódico das enchentes dos rios.

Vale destacar que a conclusão dos pesquisadores supracitados se deu antes da instalação da barragem Santa Cruz do Apodi, a qual, de certa forma, regularizou a vazão do rio, salvo em episódios de sangramento. Atualmente observam-se poucos remanescentes do ecossistema manguezal em função da expansão da atividade salineira no século XX. A área de influência marinha adentra o continente, aproximadamente, até a cidade de Mossoró (LINS; ANDRADE, 1977).

A planície fluvial do rio Apodi-Mossoró e do rio do Camo compreendem faixas importantes, com largos entalhes encaixados nas formações cretácicas desde o início da Bacia Potiguar até as proximidades da cidade de Mossoró. O rio Apodi-Mossoró, próximo a cidade de Apodi, na chamada “Passagem Funda”, inicia seu percurso em uma calha de paredões com cerca de 40 metros de altura. Após um rápido percurso de aproximadamente 500 metros, dilata-se progressivamente, sendo que na altura da cidade de Mossoró, a pouco mais de 40 km da foz, a largura do vale fica próxima aos 15 km (LINS; ANDRADE, 1977).

Após o término abrupto da chapada do Apodi, no sentido norte-sul, próximo a cidade de Apodi, inicia-se uma estreita faixa de afloramento da Formação Açú e uma tipologia morfológica de depressão periférica da Bacia Potiguar, com colinas amplas até os terrenos pré-cambrianos. Essa feição já havia sido relatada no trabalho de Lins e Andrade (1977). Os referidos autores descreviam que:

Ao longo do contacto do bordo sedimentar com o pré-cambriano, opera-se atualmente um recuo das escarpas meridionais da chapada, ao mesmo tempo que o núcleo cristalino prossegue sendo desgastado. A depressão periférica, assim resultante alonga-se de oeste para leste em toda a largura do Estado do Rio Grande do Norte e ocupa sucessivamente os municípios de Apodi, Caraúbas, Augusto Severo [esse município mudou de nome e chama-se atualmente Campo Grande], Açú, São Rafael, Angicos, Pedro Avelino, Lages, João Câmara e Taipu. (LINS; ANDRADE, 1977, p. 45).

A geomorfogênese produziu uma feição cuestiforme no lado oeste do rio Apodi-Mossoró, em que uma escarpa delimita a transição entre o topo da chapada do Apodi e a depressão periférica. No lado leste do rio Apodi-Mossoró a feição cuestiforme foi completamente desgastada e a passagem entre a depressão sertaneja, a depressão periférica e a chapada do Apodi não apresenta patamares geomorfológicas abruptos.

A depressão sertaneja compreende a maior unidade geomorfológica da área estudada, predominando extensos pediplanos sertanejos, resultado de um

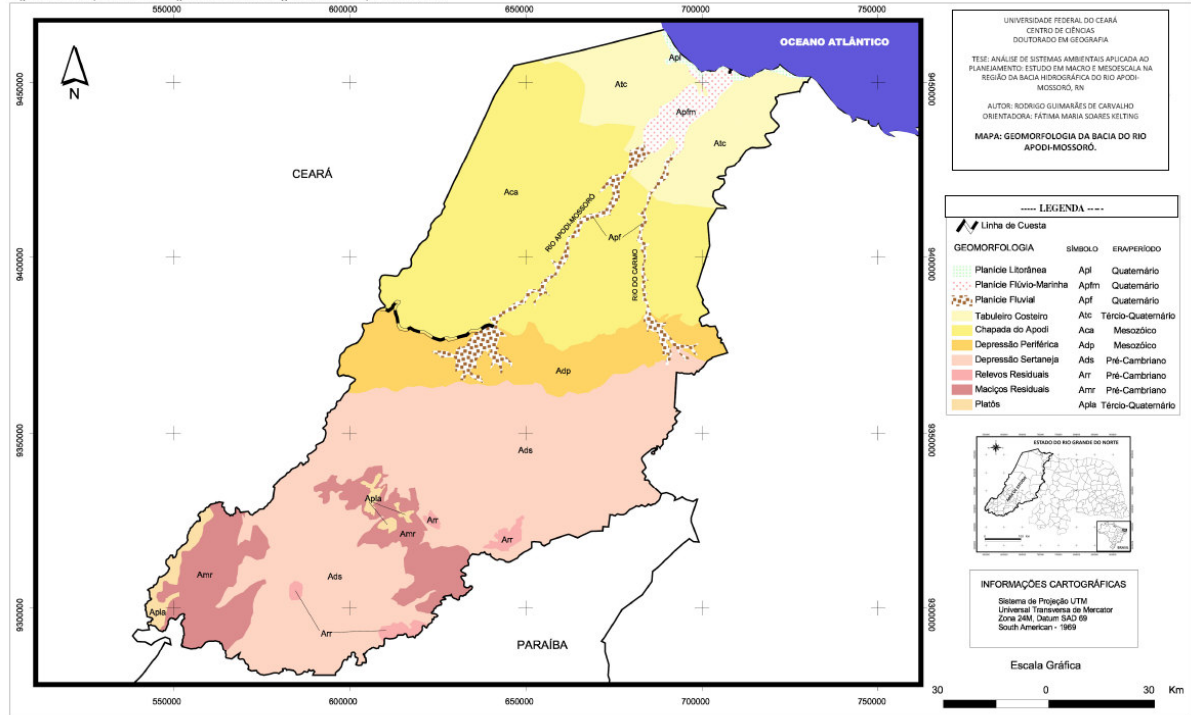
longo processo de erosão. Os maciços residuais, *inselberges* e pães de açúcar que compõem o cenário do médio e alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró estão dispostos de forma espalhada, circundados por superfícies de aplainamento.

Na área dos municípios de Martins e Portalegre, as cidades estão situadas nos platôs do alto das serras. Esta configuração geomorfológica é o resultado do capeamento sedimentar da Formação Serra do Martins. Outro maciço proeminente está situado entre as cidades de Luis Gomes e São Miguel no sudoeste da área de estudo. As demais feições residuais observadas são os diversos *inselberges* distribuídos pela depressão sertaneja e os morros em formato de pão de açúcar como o da Serra do Lima no município de Patu (Figura 18).

As fotos contidas na Figura 19 expõem as várias paisagens geomorfológicas observadas na área de estudo. Conforme se apreende na figura supracitada, a situação do relevo atrelada as condições ambientais são responsáveis por impulsionar uma série de ações humanas que objetivam explorar os recursos naturais. Um exemplo interessante está na foz do rio Apodi-Mossoró, área intensamente ocupada pela atividade salineira. Conforme explica Ab'Sáber (2003), as planícies de nível de base, com forte salinização, ampla luminosidade e baixa pluviometria são áreas amplamente favoráveis a atividade salineira. Por isso, “de forma inteligente” se instalaram nos baixos rios do Rio Grande do Norte as maiores salinas brasileiras. (AB'SÁBER, op. cit. p. 87).

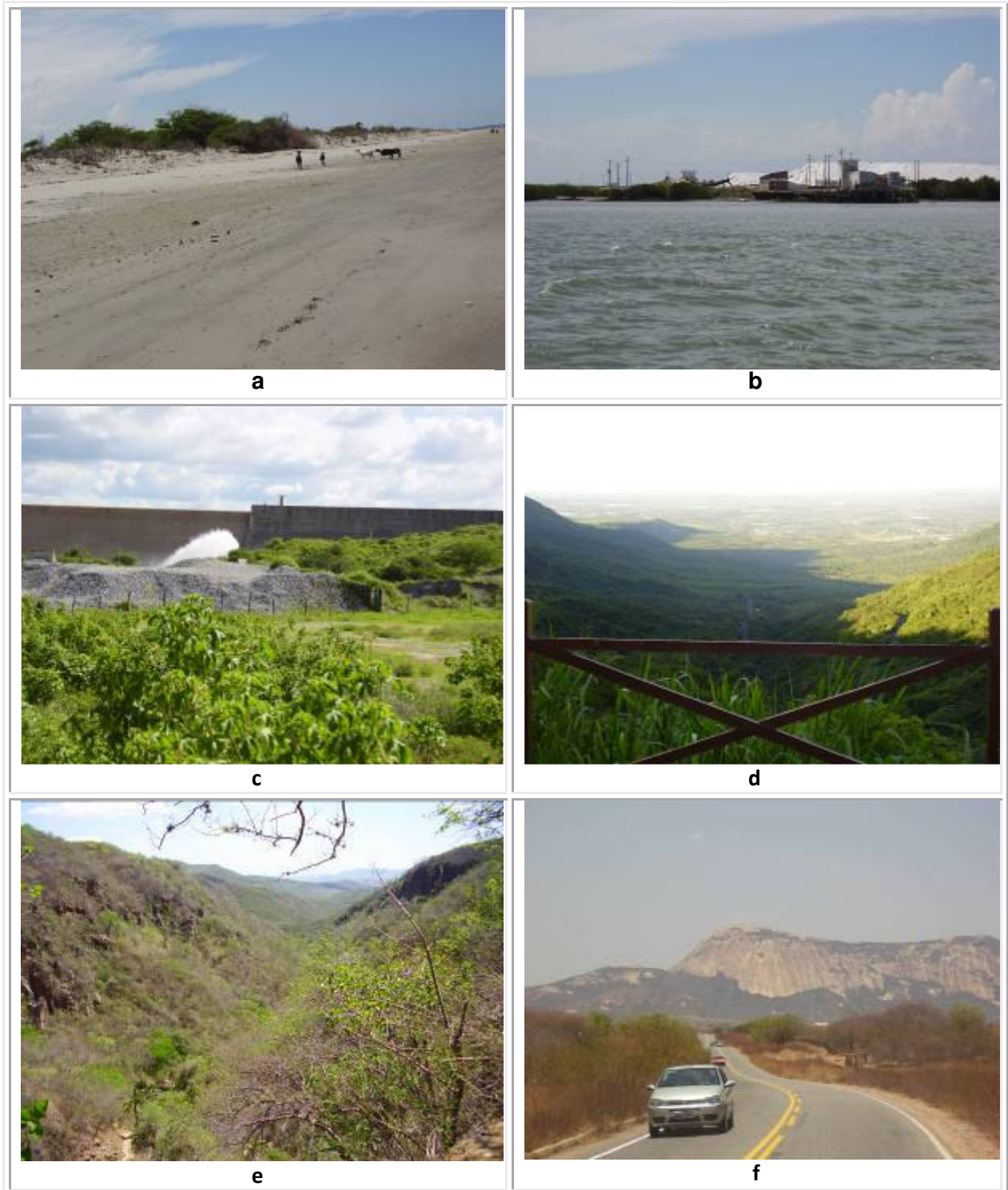
Ao traçar o perfil longitudinal da bacia do rio Apodi-Mossoró, totalizando um percurso em linha reta de 218 km, desde a região da desembocadura do rio Apodi-Mossoró até as nascentes, é possível perceber o decaimento do relevo no sentido sudeste-nordeste. Esse decaimento é influenciado pelas feições geomorfológicas internas da BHRAM, onde, a partir do contato da chapada do Apodi com o setor cristalino até a desembocadura, percebe-se um decaimento progressivo da energia do rio em função da suave inclinação dos terrenos mesozóicos, da ordem de 1° a 3° graus.

Figura 18 – Mapa Geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Arquivos digitais SEMARH (modificado), e laborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Figura 17 – Imagens das paisagens da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



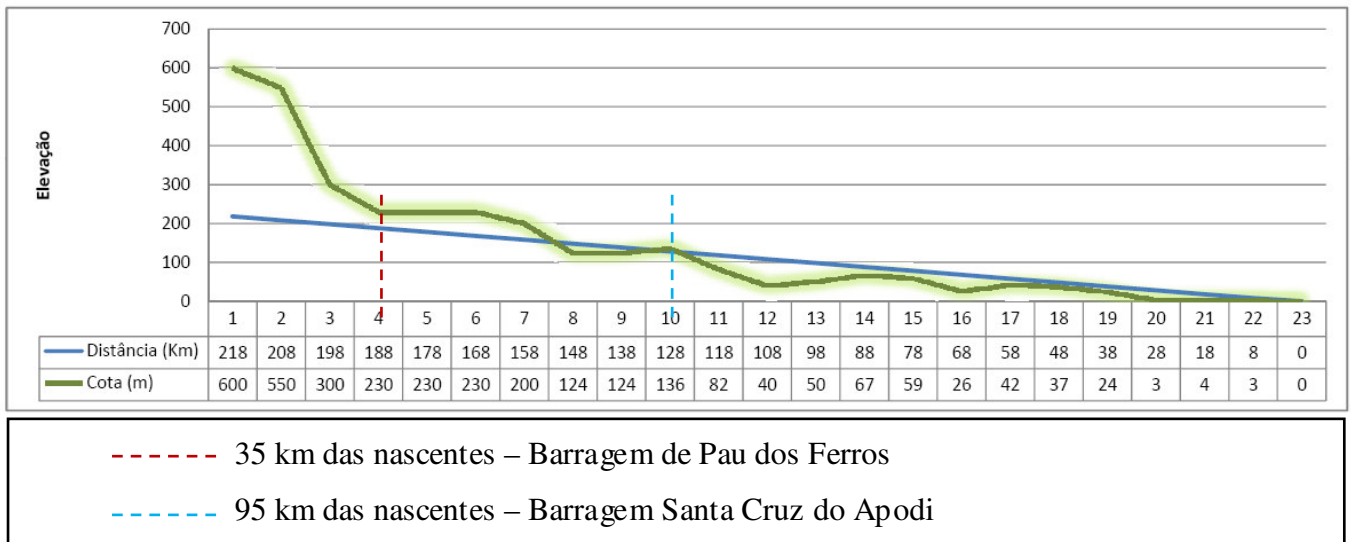
a) Planície litorânea no município de Grossos; b) Ocupação na planície fluvio-marinha pelas salinas; c) Barragem Santa Cruz do Apodi, município de Apodi; d) Mirante na cidade de Portalegre, sob o platô do maciço residual; e) Feições dissecadas do maciço situado na região da cidade de Luís Gomes, sul da bacia; f) Serra do Lima – Pão de Açúcar no município de Patu.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Os dois maiores açudes do rio Apodi-Mossoró situam-se na porção cristalina, no médio curso da bacia. São eles a barragem de Pau dos Ferros e a barragem de Santa Cruz do Apodi. O primeiro está disposto a, aproximadamente, 35 km das nascentes do rio Apodi-Mossoró, em um setor de alta energia (Figura 20). Já o açude de Santa Cruz do Apodi, situa-se a, aproximadamente, 95 km das nascentes do rio Apodi-Mossoró. A Figura 21 apresenta o mapa hipsométrico, com o traçado da linha que gerou o perfil longitudinal.

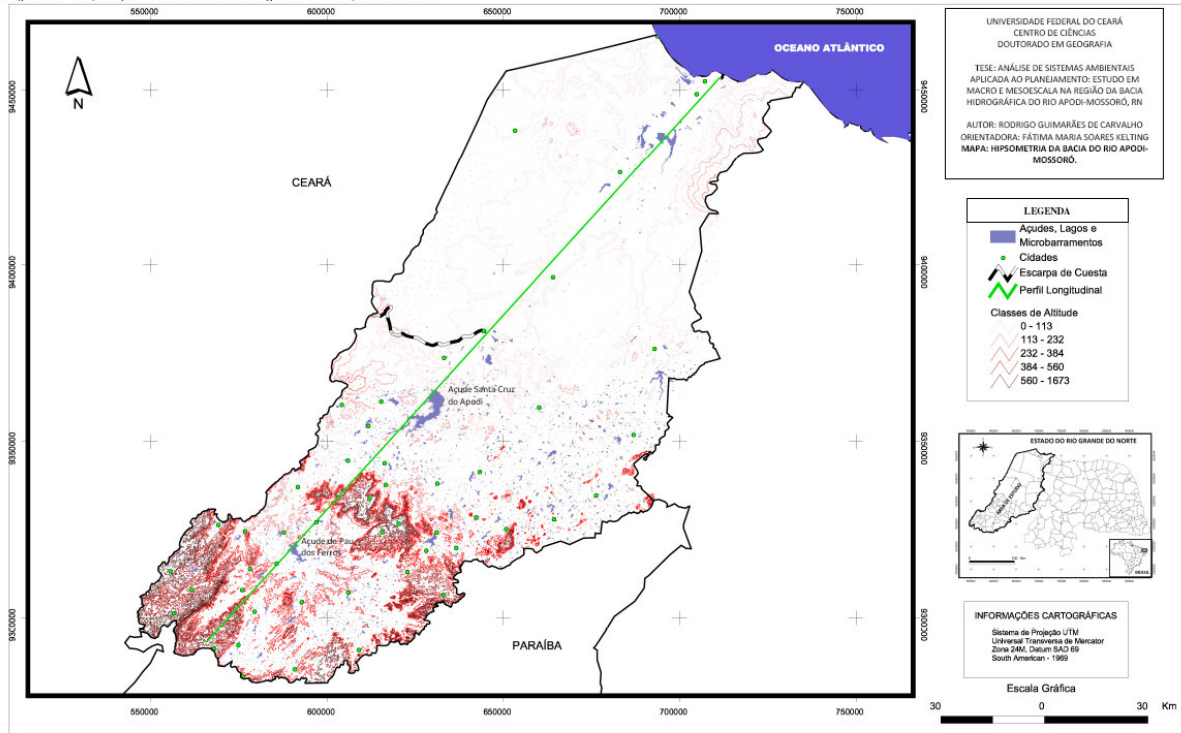
Dessa forma, observando o decaimento do relevo, pode-se inferir um baixo curso iniciando na cota zero e indo até a cota 40m em um percurso de 108 km. Nesse setor, é comum a deposição de sedimentos e dilatação dos leitos dos rios nos períodos de maior pluviometria, ocasionando a inundação periódica das margens. A partir da cota 40 m até a cota 230 m, em um percurso de 70 km, tem-se o médio curso. O gradiente de 190 m de altitude em 70 km aumenta a capacidade de entalhamento do rio principal e denota um aumento na competência e capacidade de transporte de sedimentos. De 230 a 600 m de altitude, totalizando um percurso de 30 km, tem-se o alto curso da BHRAM. Assim sendo, um gradiente de 370 m em um percurso de 30 km indica a existência de uma tendência geral a erosão e transporte de material de calibres variados.

Figura 18 – Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, da área das nascentes até a desembocadura.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Figura 21 – Mapa Hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Arquivos digitais SEMARH (modificado), elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

3.2.2 Clima e recursos hídricos

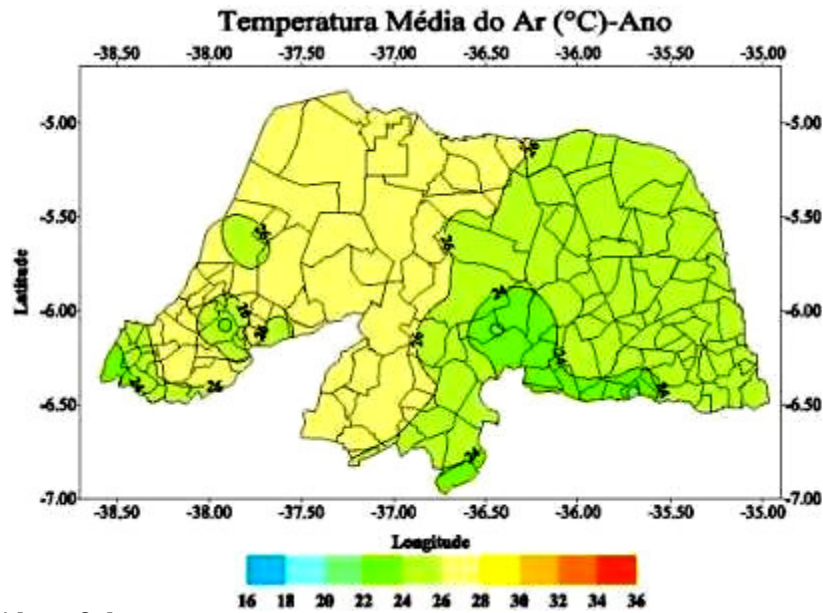
As condições climáticas e hidrológicas têm grande importância na dinâmica ambiental e socioeconômica. Na dinâmica ambiental, a cobertura vegetal responde às variações pluviométricas de curto período por meio de mecanismos biológicos de proteção e adaptação. A hidrologia superficial e subterrânea está correlacionada às condições pluviométricas regionais, associado às estruturas geológicas de suporte. Nesse sentido, os ecossistemas, de um modo geral, mantêm estreitos vínculos funcionais com o regime climático, de modo que, alterações de pequena magnitude nos parâmetros gerais do conjunto de elementos climáticos podem provocar alterações importantes na estrutura e funcionamento dos ecossistemas e das paisagens.

A exploração socioeconômica, especialmente àquela vinculada às atividades rurais, depende, entre outros fatores, das condições climáticas para se desenvolverem, sendo o componente ambiental água um elemento central no planejamento de uso agrícola do solo.

Assim sendo, a gestão ambientalmente sustentável dos recursos hídricos é fundamental para o bem estar do desenvolvimento social e econômico de uma região, e a precipitação é a primeira variável a ser considerada, sendo sua distribuição no tempo e no espaço o principal fator para o planejamento dos recursos hídricos de uma bacia (MEDEIROS et al., 2002).

O tipo climático predominante da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró é o BSw'h', na classificação climática de Köppen. Este se caracteriza por um clima muito quente e semiárido (Figura 22), com a estação chuvosa se atrasando para o outono. No extremo sudoeste da bacia, na região dos maciços residuais onde estão dispostas às nascentes, ocorre o tipo Aw', caracterizado por um clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa se adiantando para o outono (SEMARH, 1998).

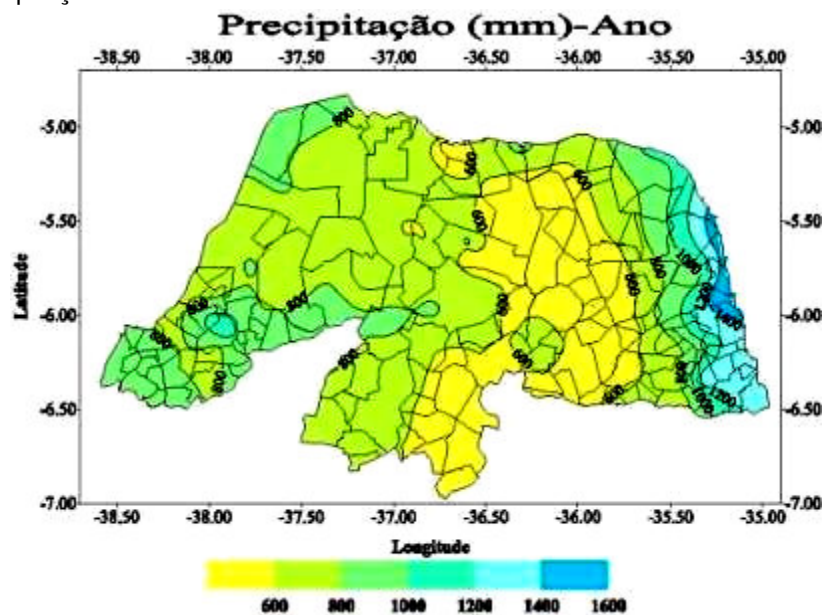
Figura 19 – Temperatura anual média do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: EMPARN [200-?a].

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 Camo, onde descem a 600 mm (Figura 23). 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, aonde chega a 1.100 mm (SEMARH, 1998).

Figura 20 – Precipitação anual média do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: EMPARN [200-?b].

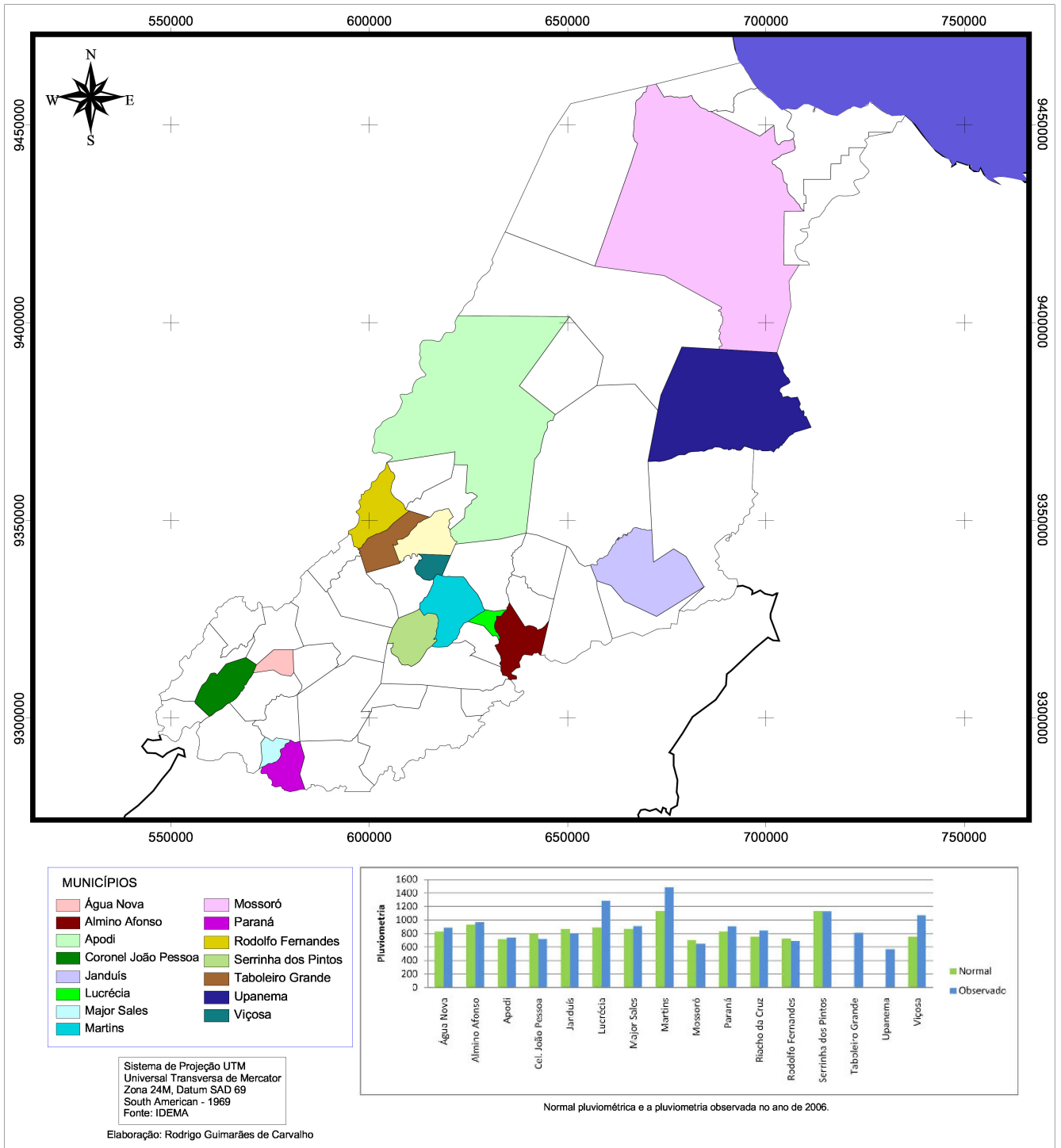
Dados de 2006, referentes à pluviometria total anual de 16 municípios distribuídos na área da bacia (Figura 24), corroboram com os dados apresentados anteriormente e indicam a existência de variações no quantitativo médio de precipitações. Destaque para o município de Martins na região serrana, onde a precipitação chegou a 1.484,1 mm. O município de Upanema, no setor centro-leste, teve 568,1 mm de precipitação total anual, a menor entre os municípios apresentados, representando um déficit de 916 mm em relação a Martins.

No que se refere à rede de drenagem superficial, a área em estudo apresenta dois grandes padrões de drenagem referenciais, vinculados às condições do substrato geológico. No setor superior da bacia hidrográfica, se estendendo até os limites inferiores do embasamento cristalino, predomina o padrão de drenagem dendrítico (Figura 25), conforme descrito em Christofolletti (1980). Ocorre uma elevada densidade de cursos d'água por área. Estima-se uma Densidade de Rios da ordem de $0,73 \text{ r/km}^2$, de acordo com os critérios de ordenação da drenagem superficial estabelecidos por Horton (1945 apud CRISTOFOLETTI, 1980).

Na depressão periférica, entre o embasamento cristalino e a chapada do Apodi, próximo a linha de cuesta, o rio Apodi-Mossoró se mostra superimposto e demonstra uma drenagem consequente, concordante com a direção principal de declive das camadas da Bacia Potiguar. Ainda na depressão periférica, formam-se drenagens subseqüentes, obseqüentes e resseqüentes. Quando adentra a chapada do Apodi ocorre o predomínio do padrão de drenagem paralelo. Com isso, a quantidade de cursos d'água por área diminui drasticamente, estimando-se uma densidade de rios nesse setor da ordem de $0,06 \text{ r/km}^2$.

Segundo o Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos do RN, realizou-se o cadastro de 618 açudes na BHRAM. Os dez açudes com capacidade de acumulação igual ou acima de 10 milhões de metros cúbicos estão dispostos do Quadro 7, com sua localização e volume de acumulação.

Figura 21 – Normal pluviométrica e distribuição da pluviosidade total em milímetros do ano de 2006 em 16 municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.



Fonte dos dados: EMPARN. Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 7 – Açudes com capacidade de acumulação a partir de dez milhões de metros cúbicos na BHRAM.

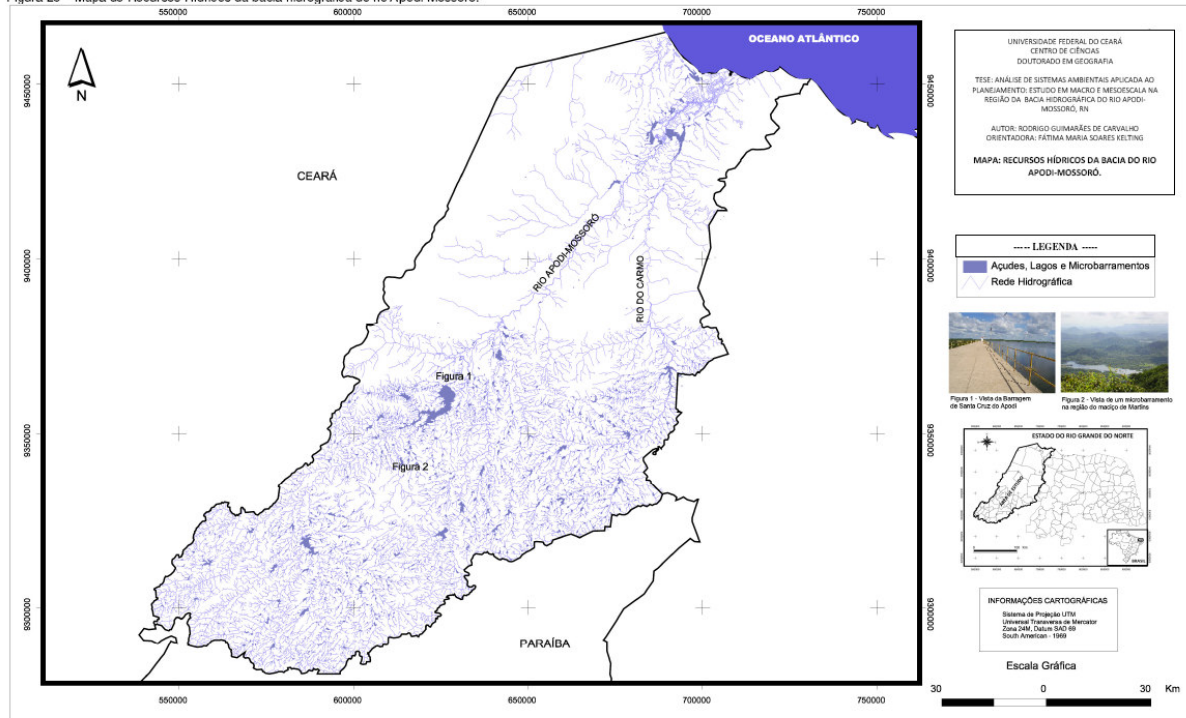
AÇUDE	MUNICÍPIO	VOLUME (m³)
Apanha-Peixe	Caraúbas	10.000.000
Bonito II	São Miguel	10.865.000
Do Brejo	Olho d'água dos Borges	17.000.000
Lucrécia	Lucrécia	27.270.000
Marcelino Vieira	Marcelino Vieira	11.200.000
Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	54.846.000
Rodeador	Umarizal	17.000.000
Santa Cruz do Apodi	Apodi	560.000.000
Santo Antonio das Caraúbas	Caraúbas	11.110.000
Umari	Upanema	184.594.000

Fonte: SEMARH (1998).

Malgrado disporem de grande quantidade de cursos d'água superficiais, os terrenos cristalinos apresentam escassez de águas subterrâneas. Estas só vão ocorrer com maior vigor em zonas de fraturas ou próximo as várzeas dos rios mais importantes. Já na chapada do Apodi existe um bom potencial de águas subterrâneas, situadas especialmente na Formação Açú. A exploração deste recurso pode necessitar de perfurações que variam entre 150 m (próximo ao contato com os terrenos cristalinos) até mais de 1.200 metros (próximo ao litoral).

Em razão da grande importância para a manutenção do abastecimento humano e desenvolvimento de atividades econômicas, tanto no estado do Rio Grande do Norte, quanto no estado do Ceará, vêm sendo promovidos seminários visando discutir a criação de um marco regulatório para melhorar a sustentabilidade na exploração das águas subterrâneas da chapada do Apodi. Os municípios de Mossoró, Areia Branca, Grossos, Tibau e Governador Dix-Sept Rosado, utilizam para o abastecimento humano as águas do aquífero Açú. Já o aquífero Jandaíra é utilizado na irrigação de plantas frutíferas, especialmente em Baraúna, e também na fruticultura do Ceará nos municípios de Limoeiro do Norte, Russas e Alto Santo.

Figura 25 – Mapa de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Arquivos digitais SEMARH (modificado), e elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

3.2.3 Solos e vegetação

Nas paisagens semiáridas os solos estão em grande parte vinculados à vegetação do tipo caatinga, em suas diversas formas, apresentando arbustos e árvores que refletem às condições climáticas existentes, com chuvas concentradas e água escassa. A vegetação tem um alto grau de adaptação e caracteristicamente apresenta grande número de cactáceas, abundância de espinhos e perda de folhas (LEPSCH, 2002).

Souza (2007), em estudo sobre o contexto geoambiental do território do estado do Ceará, explica que os reflexos geológicos incidem “sobre a grande diversidade de solos e disponibilidade de recursos hídricos de superfície e de subsuperfície. Como tal, interferem no quadro fito-ecológico local e nas potencialidades dos recursos naturais disponíveis”. (SOUZA, 2007, p. 129). Especificamente sobre os solos, o referido autor considera que a pequena espessura dos solos e a grande frequência de afloramentos rochosos constituem propriedades típicas de ambientes semiáridos das caatingas, destacando, contudo, a existência de manchas de solos dotados de uma fertilidade natural de média à alta. Essa característica também é presente nos solos oriundos de rochas calcáreas como os que recobrem a chapada do Apodi (SOUZA, op. cit.).

No tocante ao setor cristalino, da área estudada, predominam os solos dos tipos Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolo Litólico, Luvisolo Crômico e Neossolo Regolítico. Na área de domínio da Bacia Potiguar, os Cambissolos Háplicos e Chemoossolos Rêndzicos são os mais expressivos. Já no baixo curso, destaca-se a ocorrência de Latossolos e Gleissolos (Figura 26). Em menor quantidade, também são encontrados Neossolos Quartzarênicos associado à faixa litorânea e Neossolos Flúvicos nas planícies fluviais. É importante destacar que, em virtude do uso de uma escala pequena para o mapeamento, compatível com planejamento de bacias hidrográficas grandes, esses tipos de solos só foram mapeados nas áreas adjacentes aos cursos fluviais dos rios Apodi-Mossoró e rio do Camo, quando estes aumentam sua capacidade de deposição e de dilatação das planícies fluviais.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo ocorrem em áreas de relevo plano ou ondulado, apresentando um horizonte B textural, o que pode representar um obstáculo a infiltração de água no perfil. Apesar disso, possuem boa aptidão para

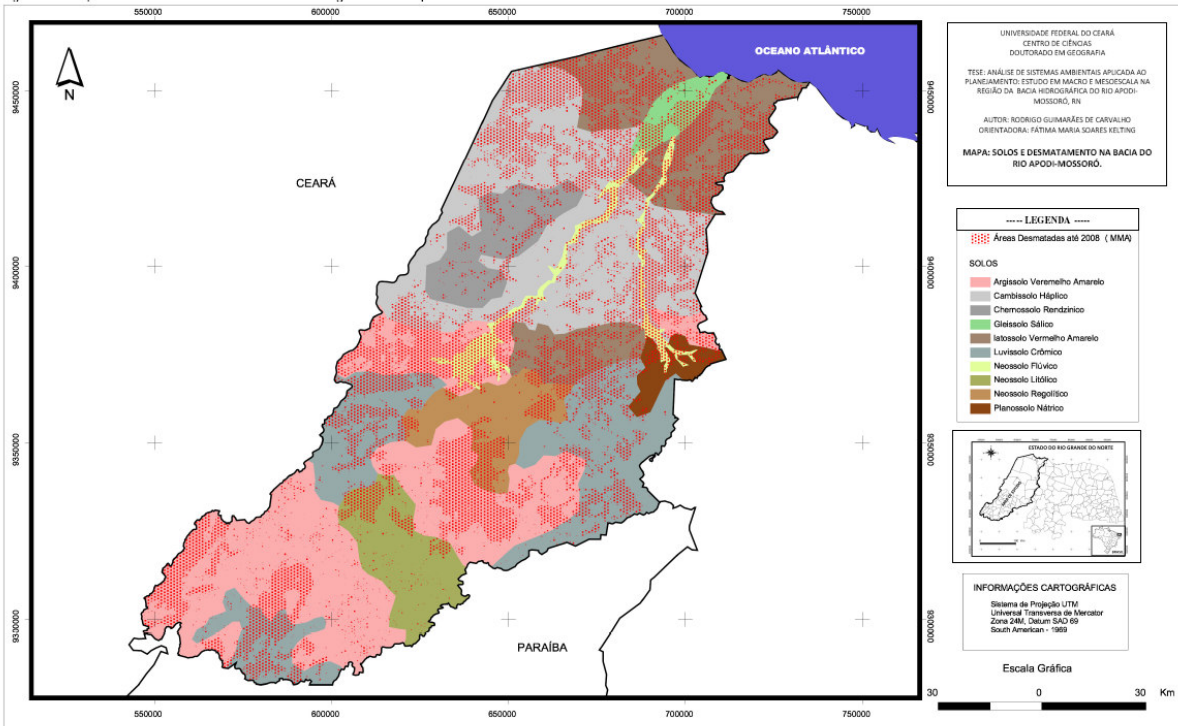
culturas como o milho, feijão-de-corda, algodão, mandioca, goiaba, tomate, mamona, etc. Contudo, cabe ressaltar que fatores como a constituição física do solo e o relevo local podem ser determinantes para a capacidade produtiva (NUNES, 2006). Na área estudada, este tipo de solo predomina nas microrregiões Serra de São Miguel, Pau dos Ferros e ocorre de forma parcial em Umarizal. Ocorre vegetação típica de caatinga, sendo percebidos, contudo, a existência de grandes poligonais de desmatamento sobre os argissolos.

Os Neossolos Litólicos apresentam horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, assentado diretamente sobre a rocha ou um horizonte C (EMBRAPA, 1999). Segundo Lepsch (2002) esse tipo de solo é comum nas partes mais elevadas do relevo e afloramentos rochosos. Ocorre nas microrregiões Umarizal e Pau dos Ferros fortemente associado ao maciço residual de Martins. Apresenta uma vegetação típica de caatinga, contudo, nos topos de morros e vertentes a barlavento podem ocorrer manchas de florestas subcaducifólias.

Para Lepsch (2002), o Luvisolo Crômico e o Argissolo são os principais solos que ocorrem nas regiões semiáridas do Brasil. Estes são constituídos por material mineral com argila de atividade alta, alta saturação por bases e horizonte B textural ou nítico imediatamente abaixo do horizonte A ou horizonte E (EMBRAPA, 1999), estando presente preponderantemente na microrregião de Pau dos Ferros e Médio Oeste, revestido por vegetação de caatinga.

Os Neossolos Regolíticos apresentam A sobrejacente a horizonte C. Estes admitem horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura e apresenta contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm (EMBRAPA, 1999). Com relação às condições químicas, podem ter alta ou baixa fertilidade natural, de caráter distrófico ou eutrófico, podendo suportar culturas de subsistência como algodão arbóreo e caju, além de pecuária extensiva (PEREIRA; SILVA, 2007). Ocorre na microrregião administrativa “Chapada do Apodi”, embora que esteja diretamente sobreposto aos terrenos cristalinos.

Figura 26 – Mapa de Sols e Desmatamento da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Arquivos digitais EMBRAPA / MMA (modificado), elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Os Cambissolos Háplicos são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A ou horizonte hístico com espessura inferior a 40 cm. Integram solos de alta fertilidade natural, com pH praticamente neutro à moderadamente alcalino. Devido a situação química e de relevo favoráveis, apesar da forte limitação devido à falta d'água, possui alto potencial para lavouras irrigadas (PEREIRA; SILVA, 2007). Na área em estudo, predominam em praticamente toda a chapada do Apodi. Sua ocorrência abrange as microrregiões Chapada do Apodi e Mossoró, ocorrendo à vegetação típica de caatinga.

Na Chapada do Apodi também ocorre uma mancha de Chernossolos Rêndzicos. Esse tipo de solo apresenta o horizonte A chernozêmico com B incipiente, textural ou nítico com atividade de argila alta, horizonte cálcico ou caráter carbonático no horizonte A ou C (EMBRAPA, 1999). A vegetação natural predominante é a típica de caatinga.

Os Latossolos Vermelho Amarelos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de A (EMBRAPA, 1999). São muito profundos, de textura média, às vezes argilosa, porosos, muito intemperizados, comumente situados nas áreas sedimentares (PEREIRA; SILVA, 2007). Na área em questão, estão associados aos sedimentos da Formação Barreiras, ocorrendo na microrregião Mossoró, próximo ao litoral. A vegetação natural associada é a caatinga hiperxerófila.

Os Gleissolos Sállicos constituem solos hidromórficos e salinos com perfis do tipo A-C, possuindo teores elevados de sais, o que compromete sua fertilidade, tornando-os impróprio para o cultivo (PEREIRA; SILVA, 2007). Eles ocorrem nas proximidades da planície flúvio-marinha do rio Apodi-Mossoró, na microrregião Mossoró. A vegetação natural predominante está associada ao ecossistema manguezal.

3.2.4 Análise ambiental integrada

Na área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, o critério mais indicado para a delimitação dos sistemas ambientais é a compartimentação das unidades geomorfológicas. Estas sintetizam as condições ambientais e possibilitam uma delimitação mais precisa dos arranjos espaciais com padrões de funcionamento

próprio, capaz de individualizá-los quanto aos fluxos de energia e matéria e o nível de equilíbrio dinâmico.

Com base na compartimentação geomorfológica, análise de imagens de satélite e pesquisas de campo foram delimitados (Figura 27) os domínios de paisagem que subscrevem os sistemas ambientais físicos na bacia do rio Apodi-Mossoró. Cabe ressaltar o caráter genérico dessa delimitação em função da escala de mapeamento adotada. As feições geomorfológicas de menor dimensão territorial foram incorporadas aos sistemas geomorfológicos ao qual estavam inscritas. Foi o caso dos platôs que foram acoplados aos maciços residuais e dos inselbergs e pães de açúcar que foram incorporados a depressão sertaneja. Essas mudanças têm como objetivo ajustar os sistemas ambientais à escala pretendida de análise e planejamento.

Os sistemas ambientais da BHRAM têm na chapada do Apodi e na depressão sertaneja as maiores áreas territoriais. Juntas, essas unidades representam 67% da área total. A depressão periférica (9%), os maciços residuais (9%) e o tabuleiro costeiro (10%) representam juntos 28% da área. Já a planície litorânea, a planície fluvial e a planície flúvio-marinha, respectivamente, com 0,2%, 3% e 1,8%, são as unidades de menor dimensão territorial (Tabela 3).

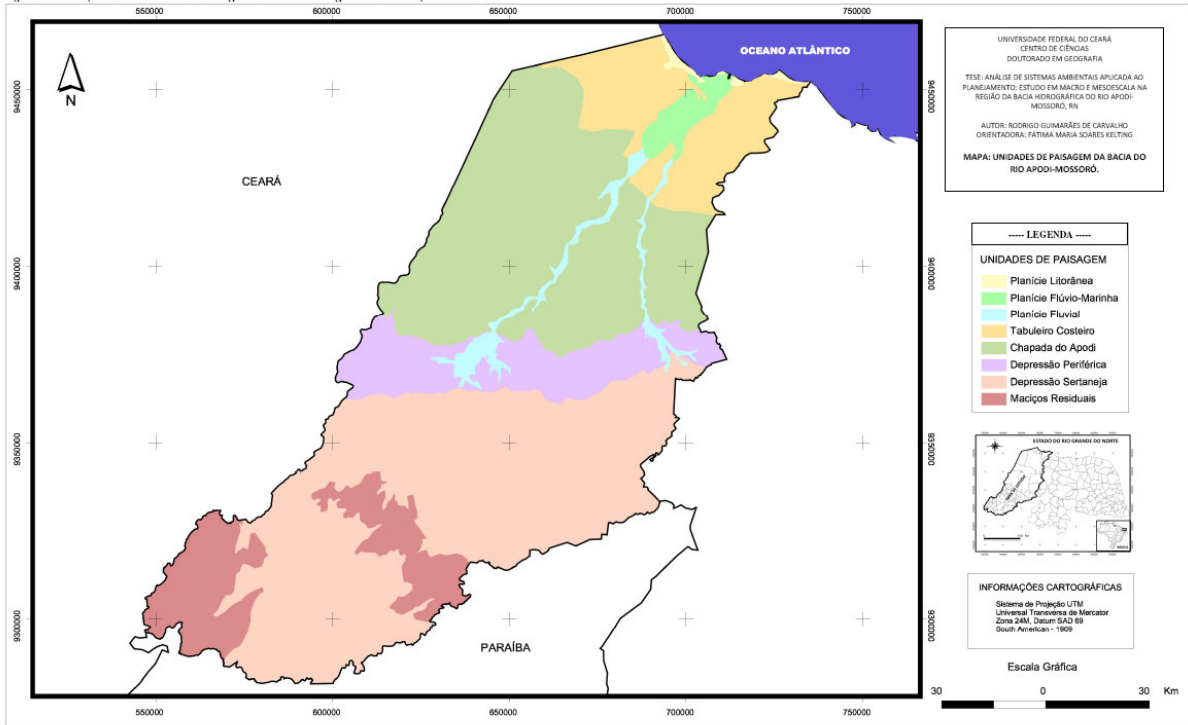
Apesar da grande quantidade de cursos d'água, a planície fluvial considerada como sistema ambiental se refere aos setores marginais do rio Apodi-Mossoró e do rio do Camo quando estes adentram a chapada do Apodi e assumem uma maior dimensão territorial. Vale ressaltar que a escala de análise cartográfica não permitiu considerar as áreas de planície fluvial restantes, por possuírem uma dimensão territorial incompatível com sua representação no mapeamento.

Tabela 3 – Valores absolutos aproximados e percentuais das áreas territoriais dos sistemas ambientais.

Sistema Ambiental	Area Km²	%
Planície Litorânea	69	0,2
Planície Flúvio-Marinha	262	1,8
Planície Fluvial	455	3
Tabuleiro Costeiro	1484	10
Chapada do Apodi	4447	29
Depressão Periférica	1349	9
Depressão Sertaneja	5911	38
Maciços Residuais	1476	9
Total	15.453	100%

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Figura 27 – Mapa de Unidades de Paisagem da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Às condições geológica-geomorfológicas, climato-hidrológicas e fito-ecológicas são sumarizadas como forma de subsidiar a compreensão sobre os elementos de análise para a definição da ecodinâmica dos sistemas ambientais. O principal critério de análise reside na avaliação das condições entre o balanço morfogênese/pedogênese. Desse modo, é fundamental a apreciação sobre a idade do ambiente, a maturidade dos solos, as influências do relevo para potencializar a erosão dos solos, a capacidade protetora/estabilizadora da cobertura vegetal e as condições climáticas, principalmente a pluviometria. Quanto maior a instabilidade dos sistemas ambientais, menor será a capacidade de suporte, o que significa que o poder público deve impor normas mais restritivas quanto ao uso e ocupação do solo para atividades socioeconômicas de médio a alto impacto ambiental (Quadro 8).

Quadro 8 – Sistemas ambientais, características geoambientais, ecodinâmica e capacidade de suporte.

SISTEMAS AMBIENTAIS	GEOLOGIA/ GEOMORFOLOGIA	CLIMA/ RECURSOS HÍDRICOS	SOLOS/ VEGETAÇÃO	ECODINAMICA E CAPACIDADE DE SUPORTE
PLANÍCIE LITORÂNEA	Depósitos arenosos inconsolidados de idade quaternária. Amplas faixas de praia, terraços marinhos, morfologias dunares de gerações variadas.	Pluviometria variando entre 600 e 800 mm. Ocorre a infiltração quase que completa da água, alimentando o aquífero dunar, por vezes aflorando na forma de lagoas interdunares.	Neossolos quartzarênicos e quartzarênicos marinhos. Vegetação do complexo litorâneo, predominando a vegetação pioneira psamófila e associações de espécies da caatinga.	Ambientes fortemente instáveis. A dinâmica ambiental é comandada por processos marinhos e eólicos. Os sedimentos inconsolidados são constantemente mobilizados dificultando a edafização. A capacidade de suporte é baixa.
PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA	Depósitos recentes com predominância de material argiloso, silte, areia fina e detritos orgânicos. Ampla planície de acumulação de sedimentos flúvio-marinhos.	Pluviometria variando entre 600 e 800 mm. Ambiente submetido a hidrodinâmica do rio Apodi-Mossoró e fluxo marinho. Solos encharcados e salinos.	Gleissolos. Predomínio de vegetação de mangue.	Ambientes fortemente instáveis. Os solos estão submetidos a intenso processo de transporte condicionado pelos fluxos fluviais e marinhos, ocorrendo períodos de sedimentação/erosão. Capacidade de suporte baixa.

SISTEMAS AMBIENTAIS	GEOLOGIA/ GEOMORFOLOGIA	CLIMA/ RECURSOS HÍDRICOS	SOLOS/ VEGETAÇÃO	ECODINÂMICA E CAPACIDADE DE SUPORTE
PLANÍCIE FLUVIAL	Depósitos constituídos por materiais de diversos calibres.	Pluviometria variada devido ao caráter alongado da área. Superfície sujeita a inundações periódicas com boa potencialidade de águas subterrâneas.	Neossolos flúvicos revestidos por mata de galeria. Destaque para as florestas de carnaúba, que já se encontram bastante degradadas.	Ambientes fortemente instáveis. Os solos estão sujeitos continuamente a processos de deposição / erosão em função das constantes inundações laterais. Capacidade de suporte baixa.
TABULEIRO COSTEIRO	Sedimentos terciários diversos da Formação Barreiras. Relevos baixos (máximo de 40 m) e planos a suavemente ondulados.	Pluviometria variando entre 600 e 800 mm. Drenagem superficial mais adensada, presença de lagoas naturais e recarga do aquífero barreiras.	Neossolo quartzarênico e Latossolos. Vegetação associada a espécies da caatinga.	Ambientes estáveis. O relevo plano, consorciado com a boa permeabilidade do terreno possibilitou a evolução pedogenética e a fixação da vegetação de porte arbustivo com moderada capacidade protetora dos solos. Capacidade de suporte alta.
CHAPADA DO APODI	Sedimentos mesozóicos da Formação Jandaíra, calcarenitos e calcilitos bioclásticos. Relevo plano, com suave inclinação na direção do litoral (1° a 3°).	Pluviometria variando entre 600 e 800 mm. Drenagem superficial escassa. Aquífero com boa capacidade, em profundidades variadas, de 100 a 1500m.	Cambissolos e Chernossolos. Vegetação de caatinga, caducifólia.	Ambientes estáveis. Apesar da pouca capacidade protetora da vegetação, as condições do relevo e a permeabilidade não favorecem a erosão linear, permitindo a evolução pedogenética. Capacidade de suporte alta.
DEPRESSÃO PERIFÉRICA	Arenito de origem continental e idade mesozóica da Formação Açú. Faixa estreita de terra, alongada de leste para oeste. Relevo ondulado.	Pluviometria variando entre 600 e 800 mm. Recursos hídricos superficiais adensados, com direções variadas. Relevo medianamente dissecado.	Argissolos, Latossolos e Planossolos. Vegetação caducifólia de caatinga.	Ambientes de transição. O relevo levemente movimentado impõe a necessidade da cobertura vegetal para a proteção do solo à erosão. A pedogênese atua, mas o desmatamento pode acentuar os processos de transporte. Capacidade de suporte moderada.
DEPRESSÃO SERTANEJA	Rochas cristalinas pré-cambrianas, como o granito, migmatitos e gnaisses. Relevo composto por superfícies de pediplanação e distribuição esparsa de inselbergs.	Pluviometria variando entre 700 e 800 mm. Recursos hídricos superficiais adensados, com padrão de drenagem dendrítico. Relevo medianamente dissecado nos pediplanos e com fortes inclinações em inselbergs distribuídos na área.	Argissolos, Neossolos Rególicos e Litólicos, Luvissolos. Vegetação caducifólia de caatinga.	Ambientes de transição. O relevo levemente movimentado e a densidade da drenagem impõe a necessidade da cobertura vegetal para a proteção do solo à erosão. A pedogênese atua, mas o desmatamento pode acentuar os processos de transporte. Capacidade de suporte moderada.

SISTEMAS AMBIENTAIS	GEOLOGIA/ GEOMORFOLOGIA	CLIMA/ RECURSOS HÍDRICOS	SOLOS/ VEGETAÇÃO	ECODINÂMICA E CAPACIDADE DE SUPORTE
MACIÇOS RESIDUAIS	Rochas cristalinas com características de maior resistência aos processos erosivos. Apresentam declividades diversificadas, variando entre 10° e 45° de inclinação das vertentes.	Pluviometria variando entre 800 e 1200 mm. Recursos hídricos superficiais submetidos a fortes inclinações. Presença de nascentes e cachoeiras, acumulações superficiais e subterrâneas mais pronunciadas nas áreas de platô.	Argissolos, Neossolos Litólicos. Vegetação subcaducifólia, arbustiva e arbórea. Associação de espécies da caatinga.	Ambientes de transição tendendo a fortemente instáveis a partir do desmatamento. Apesar da grande capacidade protetora da vegetação e evolução pedogenética, o relevo pode facilmente acionar processos morfogenéticos concentrados, como escorregamentos, deslizamentos ou solifluxão. A manutenção da vegetação é fator crucial para a estabilidade ecológica. Capacidade de suporte baixa.

Fontes: EMPARN [200-?a]; EMPARN [200-?b]; Nunes (2006). Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

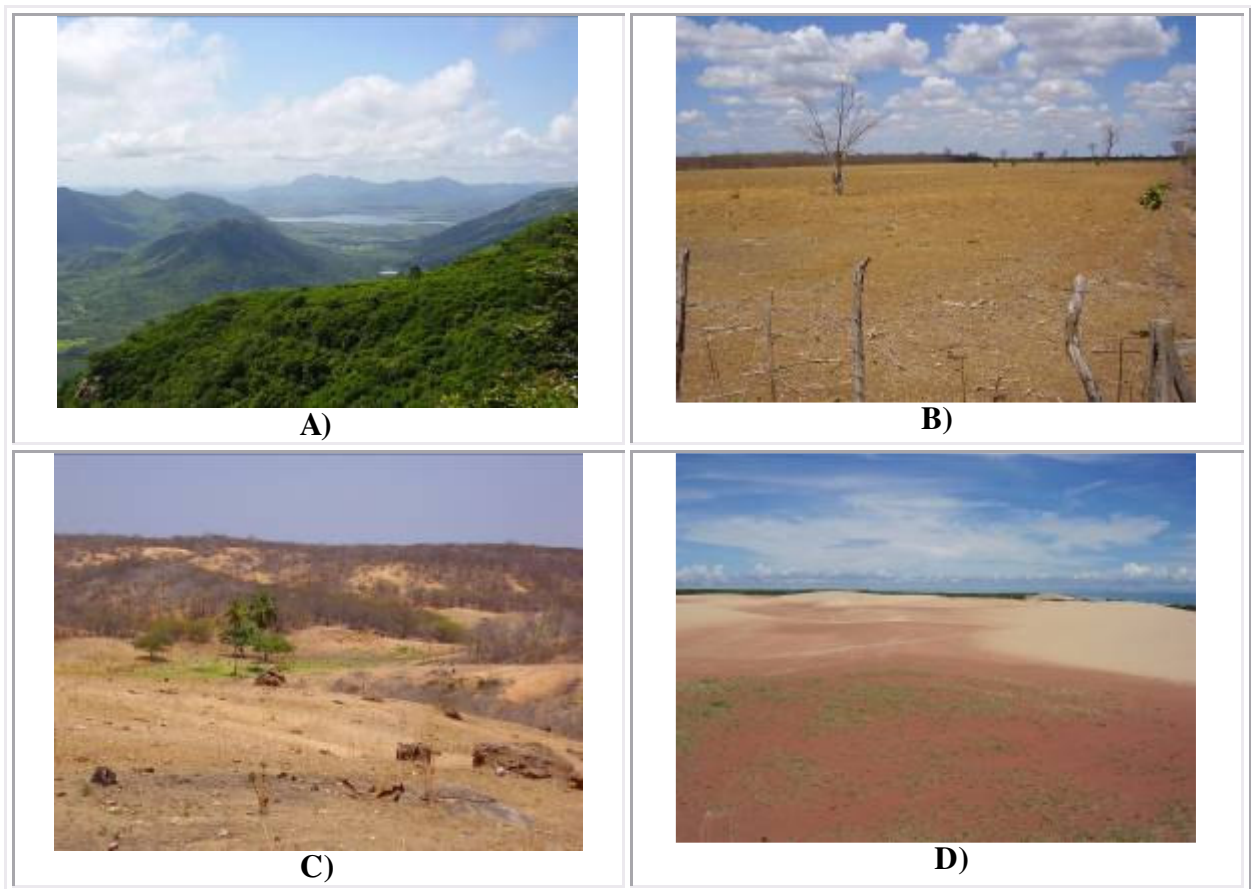
Na Figura 28 pode ser observada a diversidade de paisagens na BHRAM. Embora esses ambientes sejam diversos, mantêm o traço comum de se situarem sob o domínio do clima semiárido, sendo que, apenas nos enclaves serranos, a umidade se manifesta de forma mais acentuada.

O contexto semiárido impõe fortes limitações para a recuperação natural das condições fitoecológicas frente às intervenções antrópicas, como evidencia Nascimento (2006, p. 113), quando aponta os problemas geoambientais encontrados no Nordeste semiárido como “[...] favorecedores de uma ecodinâmica instável, baixa sustentabilidade ambiental e, proporcionalmente, alta vulnerabilidade de seus domínios ecológicos, beneficiadores da degradação/desertificação [...]”.

Nessa perspectiva, a capacidade de suporte dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, relacionada ao quadro ecodinâmico, está esboçada na Figura 29.

A capacidade de suporte baixa está associada a sistemas ambientais sensíveis a atividades econômicas de alto impacto ambiental, a saber: a planície litorânea, a planície flúvio-marinha no baixo curso, a planície fluvial no médio curso e os maciços residuais distribuídos no médio e alto curso da bacia. No caso dos maciços residuais, o principal fator que limita a exploração socioeconômica se refere ao relevo fortemente acidentado.

Figura 22 – A) Maciço cristalino de Martins no período de maior pluviosidade; B) Área desmatada na chapada do Apodi; C) Dissecação do relevo em área de microbacia em Caraúbas; D) Planície litorânea em Areia Branca⁶.



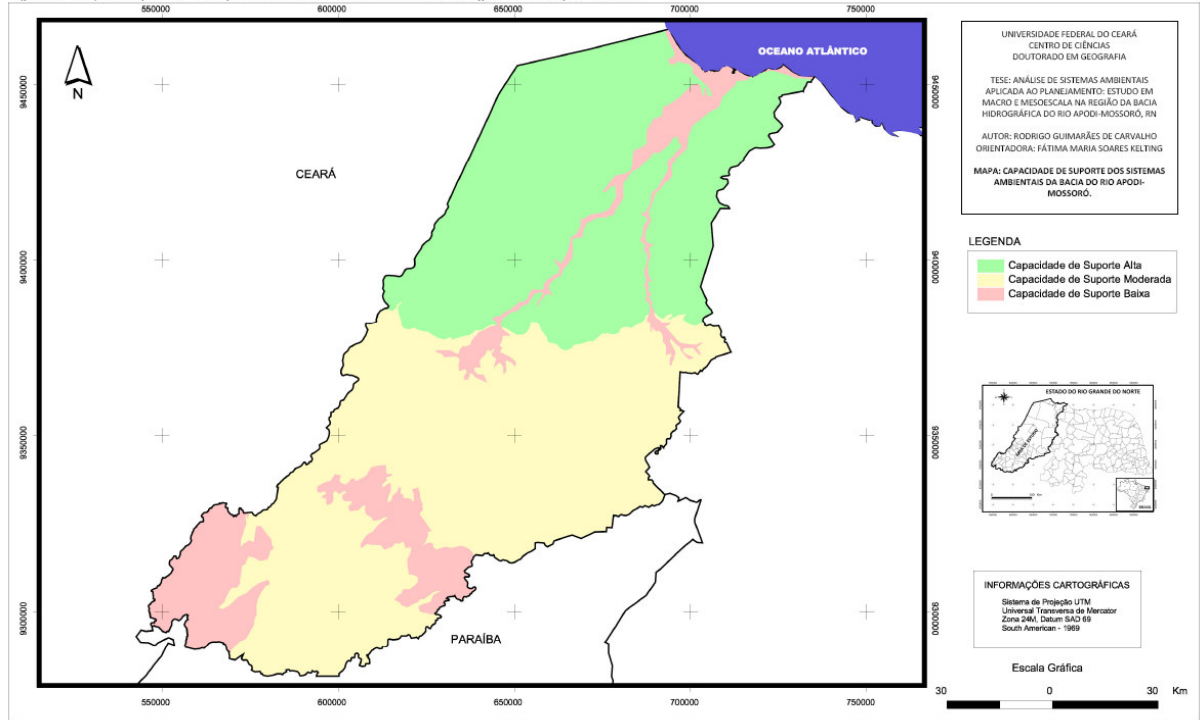
Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

As áreas com capacidade de suporte alta apresentam um relevo plano, com baixa densidade de drenagem superficial, sendo associadas aos sistemas ambientais com baixa vulnerabilidade às atividades socioeconômicas. Contudo, em razão do regime climático semiárido, devem ser exercidas atividades permanentes de manejo do solo, da água e da vegetação.

As áreas com capacidade de suporte moderada requerem, para o uso intensivo, um manejo ainda mais elaborado do que as áreas com capacidade de suporte alta, considerando a maior intensidade da erosão linear que é favorecida pelo adensamento da drenagem superficial e ligeira dissecação do relevo nos pediplanos sertanejos.

⁶ Para ver mais fotos, consultar o Apêndice D.

Figura 29 – Mapa da capacidade de suporte dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

4 ÍNDICES MULTITEMÁTICOS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ

Um dos maiores desafios para o planejamento ambiental é a dificuldade de se trabalhar dados cuja aquisição e análise estejam atreladas a suportes teóricos e técnicas de coleta, singularizados pelas diversas áreas do conhecimento. A complexidade da questão ambiental, citada em Silveira (2004), atestada pelas diversas interações que acontecem nos meios natural, econômico e social, e que adicionam um alto grau de aleatoriedade no sistema como um todo, deve ter um tratamento multi e interdisciplinar.

Dessa forma, a necessidade de se trabalhar com um conjunto de dados, informações ou parâmetros de diversas naturezas, como coloca Santos (2004), resulta de uma perspectiva multitemática para a diagnose ambiental, aspecto fundamental em planejamento ambiental. A autora supracitada, discorrendo sobre a aquisição de informações para o planejamento ambiental, expressa que os planejamentos ambientais devem agrupar informações de diversas ordens e salienta que:

[...] o importante nesse agrupamento é examinar o tipo de compatibilização a ser feita na sobreposição, comparação ou cruzamento dos elementos que compõem as temáticas. Assim, num cruzamento – como, por exemplo, do tipo de formação vegetal, dados de qualidade da água, e valores de temperatura – é necessário transformar as informações de forma a tomá-las comparáveis. (SANTOS, 2004, p. 58).

Dados territoriais referentes a áreas temáticas como sociedade, economia e meio ambiente precisam ser organizados, avaliados e integrados, de modo a permitir uma visualização clara das condições de organização entre sociedade e natureza na superfície da terra.

Diante deste contexto, o presente capítulo está dividido em quatro subtópicos. O primeiro busca discutir a política ambiental e avaliar a implementação de instrumentos de planejamento ambiental na BHRAM. O segundo visa estabelecer uma proposta metodológica para o monitoramento das condições socioeconômicas e de gestão ambiental nos municípios da BHRAM, por meio da formulação de indicadores e índices. No terceiro subtópico, são determinados os níveis de insustentabilidade/ sustentabilidade dos municípios, considerando o cruzamento dos

dados de desmatamento e capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Por fim, o quarto subtópico descreve o sistema de medidas para o planejamento ambiental, baseado na compartimentação analítica da bacia em baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto curso.

4.1 Instrumentos de planejamento ambiental

Segundo Rodriguez (1997, p. 37), a política ambiental “deveria delinear o conjunto de instrumentos legais e institucionais que o estado, em interação com a sociedade, deve pôr em funcionamento, com efeito de incidir sobre as tendências econômicas e sociais para alcançar o desenvolvimento sustentável.” No Brasil esses instrumentos são definidos na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 9938/1981/PNMA), devendo ser aplicados pelos municípios, estados e união, nos seus devidos níveis de competência.

No conjunto do seu quadro de princípios, a PNMA faz menção a uma gestão ambiental pautada no planejamento, no uso racional e no monitoramento da qualidade ambiental. Os princípios destacados em seu artigo segundo são os seguintes:

- I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII - recuperação de áreas degradadas;
- IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (BRASIL, 1981, Art. 2^o, grifo nosso).

Essa mesma lei criou, no âmbito nacional, o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) estruturado em seis níveis, que vão desde o Órgão Superior que é o Conselho de Governo, o qual possui a função de assessorar o Presidente da

República, até o Órgão Local que é constituído pelos órgãos ou entidades municipais responsáveis pela gestão do meio ambiente.

Para a condução e indução do processo nacional de gestão ambiental, a referida política lança mão de alguns instrumentos, citados, a seguir, em seu artigo nono:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental;
- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.
- XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros. (BRASIL, 1981, Art. 9º).

Diante do exposto, percebe-se que embora seja uma ferramenta imprescindível, o planejamento ambiental não figura entre os instrumentos designados pelo artigo nono da Lei 6.938/81. Contudo, o zoneamento ambiental e a criação de espaços territoriais especialmente protegidos apresentam estreita ligação com o planejamento ambiental (MILARÉ, 2007), em especial o territorial.

Milaré (op.cit.) destaca, ainda, que não se pode afirmar que o planejamento ambiental, isoladamente, seja a solução definitiva para equacionar a demanda das populações e da economia sobre os recursos naturais, no entanto,

[...] é certo que o desenvolvimento dessa prática em larga escala teria evitado a ocorrência de diversos processos mal conduzidos que alteraram desfavoravelmente as condições naturais e ambientais. Seguramente o planejamento ambiental teria possibilitado maior consciência dos reflexos ambientais nas tomadas de decisão. (MILARÉ, 2007, p. 292).

Em termos de aplicação, cabe avaliar se esses instrumentos estão sendo postos em prática na área da BHRAM. No cerne da questão está a atuação da união, estados e municípios enquanto detentores do dever de planejar e gerir o meio ambiente. Entre os instrumentos escolhidos para serem discutidos, destaca-se a manutenção das áreas de preservação permanente (APPs), a criação de unidades de conservação da natureza e o zoneamento ambiental, por se tratarem de instrumentos diretamente voltados ao planejamento e à conservação ambiental do território.

A própria história de ocupação das terras semiáridas do Nordeste brasileiro não contribuiu para a preservação das APPs. A falta constante de água aproximou as populações das margens dos principais rios e riachos como única saída para a sobrevivência. A água escoando sazonalmente e os solos com melhores características de fertilidade foram os principais motivadores para a ocupação predatória das margens fluviais, o que praticamente dizimou as matas de galeria nativas do nordeste. Como expressa Ab'Saber (2003, p. 94) “[...] em numerosos locais durante a estiagem, quando os rios secam, o próprio leito dos cursos d’água é parcialmente utilizado para produção agrícola, centrada em produtos alimentares básicos.”

Nos vários trabalhos de campo para o reconhecimento da situação socioambiental da BHRAM foram observadas condições críticas quanto à manutenção das APPs de rios e riachos (Figuras 30 e 31). Tanto os pequenos cursos d’água, como os rios maiores (rio Apodi-Mossoró e rio do Camo), apresentam extensas áreas desmatadas ou alteradas em razão da inserção de espécies como a algaroba (*Prosopis juliflora*).

Figura 23 – Desmatamento da vegetação ciliar em microbacia próximo ao madoço de Martins.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2010.

Segundo o relatório do Programa Petrobras Ambiental (PETROBRAS, 2009) todas as mesorregiões da BHRAM apresentam grandes quantidades de APPs degradadas, sobretudo, as de margens de rio e nascentes. Pela gravidade da situação, percebe-se que esse instrumento legal não tem sido respeitado. O poder público, responsável por fiscalizar e fazer cumprir a legislação ambiental brasileira, precisa criar mecanismos mais eficientes para preservar essas parcelas de mata. Nessa direção, salienta-se a importância da disseminação da educação ambiental, a aproximação junto aos produtores rurais com a promoção de alternativas economicamente viáveis de manejo da caatinga, replantio em áreas já degradadas e a fiscalização permanente, utilizando-se tecnologias de sensoriamento remoto.

Figura 24 – Ocupação indevida de APPs próximo a zona urbana de Mossoró.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2009.

Em toda a área de 15.500 km² da região da BHRAM não existem, até o momento, Unidades de Conservação (UCs) instituídas segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Saliencia-se que elas podem ser criadas tanto pela união como pelos estados e municípios. Existe atualmente uma proposta de criação de um parque nacional, o qual contempla uma região de cavernas entre Mossoró e Baraúna. Todavia, essa proposta ainda não foi concluída, estando em fase de análise e audiências públicas e de uma Área de Proteção Ambiental das Dunas do Rosado em Areia Branca, também inconclusa.

Como praticamente toda a BHRAM encontra-se inserida no bioma caatinga, o qual vem sendo progressivamente degradado por práticas de uso e ocupação predatórias, a criação de UCs se reveste de grande importância para o planejamento ambiental. Outro fator que deve ser mencionado é a existência de áreas de exceção ao clima semiárido como, por exemplo, as serras úmidas de Martins e de Luís Gomes, que detém um importante patrimônio paisagístico e uma reserva de biodiversidade com potencial para a conservação e uso turístico sustentável.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMARH, 1998) cita algumas áreas protegidas existentes em alguns municípios da BHRAM como: a Lagoa de Lajes - município de Alexandria; o Lajedo de Soledade - município de Apodi; o Poço Feio, Lajedo e Grutas de João Oliveira, Lajedo Grande, Lajedo da Chuva e Abismos das Abelhas - município de Governador Dix-Sept Rosado; a Gruta de Martins e Casa de Pedra - município de Martins e as Águas de Fontes Temais - município de Caraúbas. Estes são sítios naturais importantes, com valor paisagístico, arqueológico e paleontológico, os quais precisam urgentemente ser transformados em Unidades de Conservação para que possa se exercer um uso adequado por meio de um plano de manejo, o que, pode até mesmo, valorizar a prática do turismo na região.

O zoneamento também é um instrumento que não vem sendo utilizado no planejamento e gestão ambiental da BHRAM. Até a finalização desta pesquisa não identificamos nenhum projeto de zoneamento ambiental vinculado a gestão pública que tenha sido desenvolvido ou esteja em desenvolvimento. Tanto em termos de um plano de bacia, como no nível municipal, o zoneamento é um instrumento fundamental para dirimir os conflitos provenientes da dicotomia uso/conservação dos sistemas ambientais. No nível da bacia ele deve indicar os setores com vocação

natural para o uso intensivo do solo, para o aproveitamento turístico ou para a criação de unidades de conservação de proteção integral. No nível municipal, deve se tomar instrumento normativo do uso do solo, facilitando o processo de licenciamento ambiental de novos empreendimentos. Também deve compor os estudos voltados para estruturar os planos diretores urbanos, como forma de melhorar a disposição humana sobre o espaço das cidades.

4.2 Indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN

Esta etapa da pesquisa busca alcançar o objetivo de comparação das condições socioeconômicas e de gestão ambiental entre os municípios da BHRAM e a provisão de informações de advertência que facilitem o trabalho dos órgãos suplementares na fiscalização ambiental, por meio da análise de indicadores e índices. A comparação e a provisão de informações são funções dos indicadores e índices (TUNSTALL, 1994 apud MENDES, 2007).

Na elaboração de uma proposta de modelo para o monitoramento por meio de indicadores relacionados à sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, a análise da pressão socioeconômica e da gestão ambiental municipais, representa um esforço no sentido de se conhecer melhor como se relacionam, em linhas gerais, os padrões socioeconômicos municipais e seus reflexos na implementação da gestão ambiental local. Esta implementação tem início com a criação de alguma estrutura administrativa como, por exemplo, uma gerência ou uma secretaria municipal de meio ambiente.

Como citado em IBGE (2005), a criação de órgãos municipais de meio ambiente tem convivido com processos adversos, entre eles as fortes restrições impostas por crises econômicas, pela Lei de Responsabilidade Fiscal que impunha restrições a contratação de novos técnicos e, ainda, em razão da pressão social por serviços diversos sob a responsabilidade dos municípios.

Scardua (2003) aponta outros fatores que têm contribuído para dificultar e fazer com que a descentralização da gestão ambiental ocorra de forma descontínua no tempo e no espaço:

[...] falta de técnicos nos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente; falta de capacitação e treinamento; salários defasados, quando comparados aos praticados pela iniciativa privada; instituições despreparadas para assumir atividades ambientais; carência de recursos financeiros e de infraestrutura; ausência de instrumentos de gestão ambiental ou instrumentos ultrapassados [...] (SCARDUA, 2003, p. 03).

Malgrado essas dificuldades, os municípios brasileiros seguem de forma lenta, porém progressiva, melhorando as condições e incrementando os mecanismos para contribuir com a gestão ambiental local.

A pressão socioeconômica, avaliada por meio dos indicadores propostos nesta tese, demonstra uma tendência geral de alinhamento ao incremento da gestão ambiental nos 51 municípios em estudo. Entende-se que os municípios, onde operem condições de maior pressão socioeconômica sobre a qualidade ambiental, devam ter uma resposta mais consolidada em termos de ações de gestão ambiental municipal como forma de buscar uma maior harmonização na relação entre a economia, a natureza e a sociedade.

Para demonstrar como se dá a relação atual entre esses dados nos municípios da BHRAM, serão apresentados, inicialmente, os resultados gerais obtidos com a aplicação da metodologia para alcançar os valores do Índice de Pressão Socioeconômica (IPS). Tabelas e mapas de distribuição em classes foram utilizados e guardam competência para apresentar um primeiro detalhamento desse índice. Posteriormente será apresentado o Índice de Gestão Ambiental Municipal (IGAM), em seus valores absolutos com o auxílio de mapas temáticos. A fase final da análise será desenvolvida por meio da interpretação de gráficos, integrando os dois índices. Nesse estágio, os valores absolutos do IGAM foram transformados em números percentuais para facilitar a comparação.

O texto apresentado a seguir foi publicado na Revista Científica *Sociedade & Natureza*. Optou-se, dessa maneira, pela apresentação do texto no formato em que foi divulgado para a comunidade científica.

Outros detalhes sobre o trabalho de pesquisa referente à gestão ambiental municipal na BHRAM podem ser consultados no texto: “Análise da gestão ambiental municipal na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizando sistema de informações geográficas”, publicado no livro: “Gestão ambiental: estudos aplicados à bacia do rio Apodi-Mossoró” (APÊNDICE E).

Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN
Rodrigo Guimarães de Carvalho, Fátima Maria Soares Kelting, Edson Vicente da Silva

INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E GESTÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ, RN

**Socio-economic indicators and environmental management in the municipalities of the river Apodi-
 -Mossoró watershed, state of Rio Grande do Norte**

Rodrigo Guimarães de Carvalho

Professor Assistente da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
 Mossoró/RN – Brasil
rodrigocarvalho@uem.br

Fátima Maria Soares Kelting

Professora Adjunta da Universidade Federal do Ceará
 Fortaleza/CE – Brasil
dominha@ufc.br

Edson Vicente da Silva

Professor Titular da Universidade Federal do Ceará
 Fortaleza/CE
cacau@ufc.br

Artigo recebido para publicação em 03/12/2010 e aceito para publicação em 12/04/2011

RESUMO *O presente artigo apresenta os resultados da sistematização de indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental referentes aos 51 municípios que compõem a área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. O principal objetivo foi produzir um diagnóstico relacional entre o índice de pressão socioeconômica e o índice de gestão ambiental como parâmetro comparativo e avaliativo para a promoção de políticas públicas e fortalecimento da gestão ambiental nos municípios. Os métodos e técnicas se baseiam na coleta, organização e agregação dos dados e no uso de um sistema de informações geográficas como suporte para a interpretação espacial dos resultados.*

Palavras-Chave: Sistema de Informações Territoriais. Planejamento Ambiental. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT *This article presents the results of the systematization of socio-economic and environmental management indicators concerning the 51 municipalities within the area of river Apodi-Mossoró watershed, state of Rio Grande do Norte. The main objective was to produce a relational diagnosis between the socio-economic pressure index and the environmental management index that serves as a comparative and evaluative parameter for the promotion of public policies and the environmental management strengthen in the municipalities. The methods and techniques are based on statistical data processing and use of a geographic information system as support for the spatial interpretation of results.*

Keywords: Land Information System. Environmental Planning. Sustainable Development.

INTRODUÇÃO

Nesse artigo, destacamos a importância da análise da gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHRAM), estado do Rio Grande do Norte, como forma de contribuir para o planejamento ambiental e o desenvolvimento sustentável. Essa bacia é a segunda maior do estado e drena uma área de aproximadamente 15.500 Km². Apresenta uma grande importância econômica liderada pelas atividades de extração de petróleo, produção de sal marinho, utilização dos solos para agricultura e fruticultura irrigada, pecuária extensiva, mineração de calcário, entre outras atividades socioeconômicas.

A gestão ambiental figura como uma prática condizente com o cenário mundial atual onde as questões ambientais passaram a ser discutidas sob a égide do conceito de desenvolvimento sustentável. Nessa lógica, ações que proporcionem uma harmonização nas relações econômicas e ecológicas devem ser emanadas pelos diferentes entes do poder executivo como meio de minorar os problemas gerados pela exploração demasiada dos recursos naturais. Os municípios, enquanto espaços onde os fatores socioeconômicos estabelecem ritmos diferentes de exploração dos recursos naturais, são locais privilegiados para a visualização dos problemas ambientais e, portanto, devem representar o primeiro nível de controle às práticas que conduzam a degradação ambiental e a depreciação da qualidade de vida das populações.

De forma geral, trataremos nesse estudo do estabelecimento de um diagnóstico integrado das condições socioeconômicas e a estrutura de gestão ambiental nos 51 municípios inseridos na bacia do rio Apodi-Mossoró e bacias adjacentes de escoamento difuso. Foram objetivos específicos:

- Selecionar indicadores socioeconômicos e desenvolver um índice de pressão socioeconômica (IPS) para os municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró;
- Avaliar quantitativamente os dados sobre a gestão ambiental municipal e elaborar um índice para os municípios (IGAM);
- Analisar as relações entre a pressão socioeconômica e a situação da gestão ambiental municipal.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GESTÃO AMBIENTAL

A problemática ambiental vivenciada pela sociedade mundial hodierna está ligada essencialmente a existência de uma racionalidade econômica, capaz de direcionar a ação humana para a exploração irracional dos recursos naturais. Com a eclosão nas últimas décadas do século XX do que se convencionou chamar de “Crise Ambiental” (LEFF, 2006), novos rumos começaram a ascender, com destaque para a disseminação do conceito de desenvolvimento sustentável.

Segundo Montibeller Filho (2007), a expansão da economia mundial a partir de meados dos anos 1950, ampliou e tornou mais visível o profundo impacto ambiental que a atividade produtiva estava gerando. Destaca ainda que por volta do ano de 1970 a economia foi apontada como inimiga do meio ambiente e que isso acontecia devido às expressivas diferenças entre as leis que regem a economia e as leis que regem os fenômenos naturais.

Com efeito, no campo econômico regido pela busca incessante de maior e imediato lucro, os capitais são induzidos a produzirem enormes quantidades de mercadorias em giro muito rápido do processo produtivo. [...] A pressão sobre a natureza acelera seus processos naturais – para a produção de bens que são recursos para o sistema produtivo. [...] A pressão se dá ao ser ultrapassada a capacidade de absorção ou de reciclagem natural de resíduos e rejeitos advindos das atividades humanas de produção e de consumo. (MONTIBELLER FILHO, 2007, p. 82).

Apesar de toda a discussão conceitual e críticas que se avolumam, o desenvolvimento sustentável ainda é um ideário a ser perseguido e calibrado de acordo com a realidade de cada país, região e lugar. Bursztyn (2001, p. 20), avalia, no que tange o desenvolvimento sustentável ser considerado uma utopia, que é uma utopia possível e sua construção é plausível “porque a crise atual dos paradigmas que movem o progresso industrialista autoriza a ousadia de se pensar um outro modo de desenvolvimento humano.” Reconhece que a fórmula ainda não está elaborada, mas

acredita que com uma ética renovada a ciência pode oferecer uma relevante contribuição nesse sentido.

Rodriguez e Silva (2009) demonstram que a construção da concepção de desenvolvimento sustentável passou por quatro fases fundamentais. A fase da preocupação com a problemática ambiental, marcada pelo aparecimento de vários trabalhos científicos; a fase da conceitualização, a partir de eventos da década de 1980 que estimularam o processo de crítica à Teoria de Desenvolvimento que tinha sido formulada, o que estabeleceu as bases para a formulação conceitual da Teoria do Desenvolvimento Sustentável; a fase de institucionalização com a celebração em 1992 da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, marcando o momento crucial da elaboração da concepção de desenvolvimento sustentável; a fase de gestão ambiental, com o surgimento de forma mais substancial a partir do ano 2000, de numerosos projetos práticos, dirigidos a reverterem as situações de instabilidade.

Com o advento e estruturação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) no Brasil por meio da Lei 6.938/81 da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), ficou clara a intenção do legislador na participação efetiva dos municípios na gestão ambiental. Segundo o IBGE (2005) foi a Constituição Federal de 1988 que estabeleceu o marco definitivo para a ação municipal no que diz respeito ao meio ambiente. Sobre esse assunto evidencia que,

[...] entre os avanços destacam-se a consagração do tema ambiental como matéria constitucional, objeto de competência comum entre todos os entes federados, e a inclusão

dos municípios como entes partícipes da federação em igualdade de condições, dotados de autonomia política, administrativa e financeira. (IBGE, 2005, p. 21).

Com essa nova condição, os municípios brasileiros têm buscado inserir no contexto administrativo local, a gestão ambiental. Na primeira pesquisa realizada pelo IBGE no ano de 2003 e apresentada ao público em 2005 sobre as condições da gestão ambiental municipal no Brasil, figuram diversas informações que envolvem a estrutura e as práticas de gestão ambiental.

METODOLOGIA

Os tópicos seguintes irão tratar da demonstração das etapas metodológicas para a construção dos índices propostos nessa pesquisa (IPS e IGAM). Para cada um deles, foi necessária a coleta de dados específicos. Estes passaram por ajustes matemáticos. Posteriormente foram transpostos para um sistema de informações geográficas (SIG) onde possibilitaram a construção de mapas temáticos, visualização e interpretação espacial. A área da pesquisa pode ser visualizada na Figura 1. A compartimentação em unidades de análise visa facilitar a interpretação sobre a espacialização dos índices municipais. Estas unidades foram delimitadas em função das condições topográficas da bacia e dos limites político-administrativos dos municípios, estando definidas quatro classes, o baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto curso.

de urbanização foi agregada ao IPS desse estudo. Enquanto a densidade demográfica expõe a pressão da ocupação humana sobre o território municipal, a taxa de urbanização complementa esse indicador revelando os desequilíbrios demográficos entre as zonas rurais e urbanas. As cidades são os palcos onde a concentração populacional vai gerar uma série de problemas como a ocupação de áreas de riscos, poluição, desmatamentos, entre outros impactos. Os problemas ambientais são concentrados e afetam de forma direta a qualidade ambiental dos solos, da água e do ar.

O valor adicionado da agropecuária expressa o volume de atividades econômicas desenvolvidas nas zonas rurais dos municípios da bacia. Destacam-se o cultivo agrícola de terras, a pecuária e beneficiamento de produtos. Essas atividades são fortemente correlatas aos processos de desmatamento do bioma caatinga. Para a composição do quadro de valores, considerando a grande discrepância entre o tamanho dos territórios dos municípios envolvidos nesta pesquisa, optou-se por dividir o valor absoluto do PIB Agropecuário de cada município por sua área territorial, obtendo a unidade R\$/Km².

O valor adicionado da indústria guarda uma relação mais estreita com as zonas urbanas, porém podem ser observadas também a existência de indústrias em zonas rurais, principalmente as vinculadas a mineração. Esse valor possui correlação com o grau de transformação das paisagens municipais, seja com o uso dos recursos, seja com a disposição de resíduos. Nesse caso, assim como no ajuste do PIB Agropecuário, os valores absolutos atribuídos a cada município foram divididos por suas respectivas áreas territoriais.

No ajuste dos dados para compor o IPS, com exceção da taxa de urbanização que já se apresentava em número percentual, os outros dados foram sistematizados utilizando-se a técnica da distância proporcional (MAGALHÃES JR., 2007) e foram arredondadas as casas decimais de todos os indicadores. Na técnica da distância proporcional, o município que apresenta o maior valor para o indicador analisado passa a representar o valor máximo possível para o conjunto, sendo conside-

rado como 100%. Os outros valores são obtidos por regra de três simples. Dessa forma, os indicadores municipais só ganham significado para a análise comparativa dentro do universo estudado. Depois desse ajuste, os quatro conjuntos de indicadores poderiam variar de zero a 100% em cada município. Como meio de integração e quantificação para formulação de um único índice, foi realizada uma média aritmética.

Índice de Gestão Ambiental Municipal (IGAM)

Para a análise da gestão ambiental municipal nos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró, foram coletados e sistematizados vários dados obtidos na pesquisa realizada pelo IBGE em 2003 sobre a gestão ambiental municipal no Brasil. O principal viés dessa etapa é a análise dos indicadores, a construção do IGAM e a análise espacial da situação dos municípios, tanto no que se refere aos indicadores de forma isolada, quanto do próprio índice.

Entre os dados levantados pelo IBGE, utilizamos nessa pesquisa apenas os referentes à estrutura administrativa na área de meio ambiente. Os dados que tratam do diagnóstico do meio ambiente local a partir da percepção do gestor ambiental municipal, embora importantes, nos parecem carregados de muita subjetividade uma vez que se originam da percepção de uma única pessoa, ainda mais, sendo essa pessoa vinculada à estrutura administrativa local e atrelada a uma conjuntura política a qual fazer parte de um determinado grupo pode influenciar decisivamente a opinião do entrevistado. Deste modo, nos conduzimos pelos conteúdos esboçados no Quadro 01.

De posse do banco de dados do Suplemento Ambiental produzido pelo IBGE, capturamos os resultados referentes aos 51 municípios que possuem sua área territorial totalmente ou parcialmente inserida na bacia do rio Apodi-Mossoró. Esses dados foram transpostos para tabelas e posteriormente conectados a base cartográfica em ambiente computacional Arcview 3.2. Dependendo do tipo de informação, se dicotômica, numérica ou múltipla, foi gerada uma sistemática de análise conforme o Quadro 01.

Como proposta de mapa índice de gestão ambiental municipal, todos os dados considerados nessa pesquisa foram integrados. Os quesitos relacionados à prática de gestão ambiental local foram transformados em pontuação. O estabelecimento da pontuação se deu de forma subjetiva, obedecendo a critérios que privilegiassem com uma maior pontuação os fatores que demonstrassem uma intervenção mais consistente do poder público em torno do fortalecimento da gestão ambiental. Desse modo, destaca-se que esse estudo representa um primeiro experimento no sentido de construção de um índice de gestão ambiental que expresse com fidelidade a evolução dos municípios em torno da temática.

No indicador 1 (Quadro 1), relacionado à existência de órgão ambiental, os municípios que possuíam Secretaria Exclusiva obtiveram 2 pontos, os que possuíam Departamento ou Órgão Similar 1 ponto e os que não possuíam estrutura administrativa não pontuaram. A quantidade absoluta de funcionários (Indicador 2) que trabalham na área ambiental foi compartimentada em classes e cada

nível teve uma pontuação. Para os municípios que manifestaram terceirizar os serviços na área ambiental foi considerada a pontuação 2, no entanto é difícil dimensionar o poder de atuação do executivo municipal nesses casos, o que pode comprometer os resultados. Nas questões dicotômicas, quando a resposta foi “sim” acrescentou-se 1 ponto a soma total e quando a resposta foi “não” a pontuação foi zero. No indicador 4, os quatro aspectos referentes ao funcionamento dos conselhos municipais de meio ambiente geraram 1 ponto cada um, cumulativos. No indicador 6 os três primeiros fatores geraram 1 ponto cada, cumulativos, e os quatro últimos fatores pontuam de 1 a 4, não cumulativos. O indicador 9, referente às ações ambientais dos municípios, receberam pontuação 1 cada, de forma cumulativa.

A soma total desses pontos gerou o IGAM. O estabelecimento da pontuação geral obedeceu a critérios subjetivos, estando, portanto, ainda em experimentação e sujeito a novas parametrizações em futuras pesquisas.

Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN
 Rodrigo Guimarães de Carvalho, Fátima Maria Soares Kelting, Edson Vicente da Silva

INDICADORES	FATORES DE ANÁLISE	PONTOS	PONTUAÇÃO MÁXIMA
1 Existência de órgão ambiental	- Não possui órgão ambiental	0	2
	- Departamento ou órgão similar	1	
	- Secretaria exclusiva	2	
2 Funcionários ativos na gestão ambiental	- Não possui	0	6
	- 1 a 3	1	
	- 4 a 6	2	
	- 7 a 9	3	
	- 10 ou mais	4	
- Terceiriza serviços na área ambiental	2		
3 Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	- Sim	1	1
	- Não	0	
4 Aspectos qualitativos dos Conselhos	- Reunião nos últimos 12 meses	1	4
	- Frequência mensal	1	
	- Caráter deliberativo	1	
	- Paritário ou acima	1	
5 Participação em Comitê de Bacia	- Sim	1	1
	- Não	0	
6 Agenda 21	- Elaboração iniciada	1	7
	- Fórum instalado	1	
	- Formalização legal	1	
	- Estágio de sensibilização	1	
	- Estágio de diagnóstico	2	
	- Estágio de elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentável	3	
- Estágio de implementação	4		
7 Legislação ambiental municipal	- Sim	1	1
	- Não	0	
8 Unidade de Conservação Municipal	- Sim	1	1
	- Não	0	
9 Ações de caráter ambiental	- Aplicações de multas	1	13
	- Auditorias empresas públicas e privadas	1	
	- Cassação de renovação de Licença da renovação da licença de funcionamento	1	
	- Controle de vetores de doenças	1	
	- Controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana	1	
	- Elaboração de Plano de Gestão e Zonamento Ecológico-Econômico	1	
	- Incentivo ao Turismo Ecológico	1	
	- Impedimento de Participação de firmas em processos licitatórios	1	
	- Impedimento de obtenção de incentivos fiscais a atividades poluidoras	1	
	- Medidas judiciais e/ou administrativas	1	
	- Programa de Educação ambiental	1	
	- Programa de controle biológico de pragas	1	
	- Suspensão temporária do funcionamento de atividades poluidoras	1	
	TOTAL DE PONTOS POSSÍVEIS		

Quadro 01: Parametrização dos dados de gestão ambiental municipal.

*Pontuações não cumulativas entre si.

Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN
 Rodrigo Guimarães de Carvalho, Fátima Maria Soares Kelting, Edson Vicente da Silva

RESULTADOS E DISCUSSÃO

indicadores e os índices de pressão socioeconômica obtidos por município.

Índice de Pressão Socioeconômica - IPS

A Tabela 1 apresenta os valores encontrados a partir do tratamento dos dados referentes aos quatro

Tabela 1: Valores dos indicadores por município da BHRAM.

Municípios	Densidade Demográfica percentual	Taxa de Urbanização percentual	Agropecuária percentual	Indústria percentual	IPS %
Água Nova	46,00	61,00	17,00	1,00	31,00
Alexandria	27,00	65,00	10,00	1,00	26,00
Almino Afonso	30,00	65,00	14,00	1,00	27,00
Antonio Martins	20,00	47,00	9,00	0,80	19,00
Apodi	18,00	48,00	9,00	6,00	20,00
Areia Branca	53,00	79,00	17,00	100,00	62,00
Baraúna	20,00	63,00	51,00	1,00	34,00
Campo Grande	8,00	52,00	4,00	0,20	16,00
Caraúbas	13,00	65,00	6,00	4,00	22,00
Coronel João Pessoa	32,00	39,00	9,00	1,00	20,00
Dr. Severiano	50,00	34,00	22,00	1,00	27,00
Encanto	31,00	44,00	19,00	1,00	24,00
Felipe Guerra	15,00	59,00	9,00	24,00	27,00
Francisco Dantas	12,00	52,00	8,00	0,40	18,00
Frutuoso Gomes	58,00	59,00	23,00	2,00	36,00
Gov. Dix Sept Rosado	9,00	50,00	3,00	7,00	17,00
Grossos	58,00	76,00	17,00	55,00	51,00
Itaú	34,00	78,00	16,00	1,00	32,00
Janduís	13,00	67,00	5,00	0,60	21,00
João Dias	23,00	46,00	8,00	0,90	19,00
José da Penha	42,00	56,00	23,00	1,00	30,00
Lucrecia	89,00	60,00	32,00	4,00	46,00
Luis Gomes	46,00	64,00	13,00	1,00	31,00
Major Sales	78,00	76,00	40,00	3,00	49,00
Marcelino Vieira	18,00	49,00	12,00	0,80	20,00
Martins	36,00	54,00	10,00	1,00	25,00
Messias Targino	23,00	78,00	9,00	1,00	28,00
Mossoró	88,00	93,00	37,00	55,00	68,00
Olho D'Água Borges	25,00	71,00	8,00	1,00	26,00
Paraná	36,00	18,00	14,00	1,00	17,00
Patú	27,00	79,00	7,00	1,00	28,00
Pau dos Ferros	86,00	90,00	16,00	5,00	49,00
Pilões	35,00	72,00	15,00	1,00	31,00
Portalegre	51,00	44,00	15,00	2,00	28,00
Rafael Fernandes	44,00	52,00	33,00	1,00	32,00
Rafael Godeiro	23,00	59,00	13,00	0,90	24,00
Riacho da Cruz	17,00	81,00	5,00	0,80	26,00
Riacho de Santana	27,00	38,00	14,00	1,00	20,00
Rodolfo Fernandes	20,00	85,00	7,00	0,90	28,00
São Francisco do Oeste	36,00	62,00	100,00	26,00	56,00
São Miguel	100,00	58,00	8,00	0,70	42,00
Serra do Mel	10,00	99,00	4,00	0,40	28,00
Serrinha dos Pintos	27,00	43,00	10,00	1,00	20,00
Severiano Melo	62,00	21,00	32,00	4,00	30,00
Taboleiro Grande	13,00	79,00	8,00	0,60	25,00
Tenente Ananias	30,00	63,00	12,00	1,00	26,00
Tibau	15,00	84,00	9,00	12,00	30,00
Umarizal	41,00	80,00	14,00	1,00	34,00
Upanema	11,00	46,00	5,00	4,00	16,00
Venha Ver	42,00	21,00	17,00	1,00	20,00
Viçosa	36,00	93,00	12,00	1,00	35,00

Fonte dos dados: IBGE (2007); RIO GRANDE DO NORTE (2010).

Fonte: CARVALHO (2010).

Com relação à densidade demográfica, o município de São Miguel serviu como parâmetro (100,00%) por se tratar do maior valor absoluto. Os municípios que tiveram um percentual superior a 75,00% foram Lucrécia (89,00%), Mossoró (88,00%), Pau dos Ferros (86,00%) e Major Sales (78,00%) (Figura 2). Entre 51,00% e 75,00% ficaram os municípios de Grossos, Areia Branca, Portalegre, Severiano Melo e Frutuoso Gomes. As classes de densidades demográficas menores denotam as marcantes diferenças no tamanho das áreas territoriais entre os municípios do centro-norte (com áreas maiores) e do centro-sul (com áreas menores). Dessa forma, grande parte do

centro-norte ficou na classe de 0 a 25,00%, enquanto que muitos municípios do centro-sul ficaram na classe de 26,00% a 50,00%, da densidade demográfica.

Quanto à taxa de urbanização, 15 municípios apresentaram valores superiores a 75,00%, entre eles, os que compõem o baixo curso da BHRAM com exceção de Baraúna (Figura 3). Municípios do setor central também apresentaram altas taxas de urbanização. A maioria dos municípios ficou nas classes acima de 50,00%. Apenas três municípios ficaram na menor classe, de 0 a 25,00% de urbanização. São eles: Severiano Melo, Venha-Ver e Paraná. Estes municípios têm sua base econômica vinculada à zona rural.

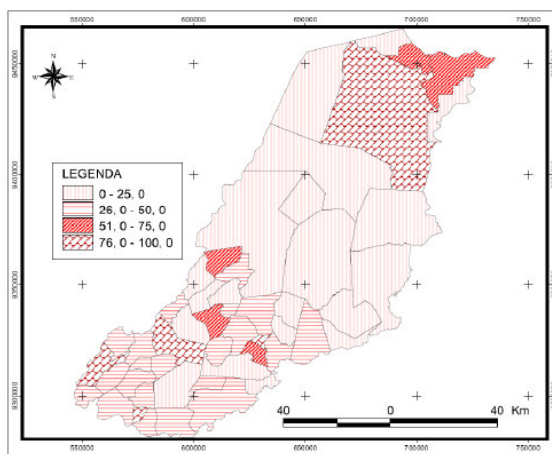


Figura 2: Mapa temático de densidade demográfica após ajuste pela distância proporcional.

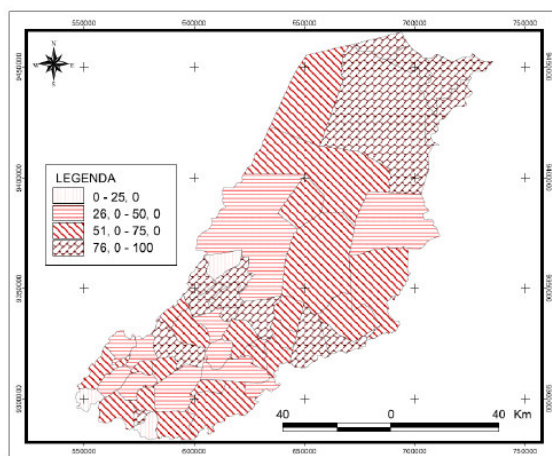


Figura 3: Mapa temático de taxa de urbanização dos municípios da BHRAM.

Fonte: CARVALHO (2010).

A produtividade agropecuária teve como referência para a parametrização o município de São Francisco do Oeste. Alcançando um percentual de produtividade acima de 50,00%, apenas o município de Baraúna (51,00%). Mossoró, apesar da grande produção agropecuária em termos absolutos, apresentou em termos de produtividade o modesto percentual de 37,00% devido a sua ampla área territorial (Figura 4). A maioria absoluta dos municípios ficou na classe de 0 a 25,00% de produtividade agropecuária. Esse atributo denota o caráter extensivo das atividades desenvolvidas na zona rural, geralmente com baixo nível de mecanização e práticas rudimentares.

Quanto à produção industrial por km², Areia Branca foi o de maior valor absoluto, ficando com 100% após o ajuste proporcional. Apenas os municípios de Mossoró (55,00%) e Grossos (55,00%) ficaram na classe de 51,00 a 75,00% (Figura 05). A maioria absoluta ficou na classe de 0 a 25,00% destacando o baixo nível de industrialização dos municípios da BHRAM. As atividades industriais principais que colocam em destaque os municípios do baixo curso estão vinculadas a produção de petróleo em terra e as salinas mecanizadas.

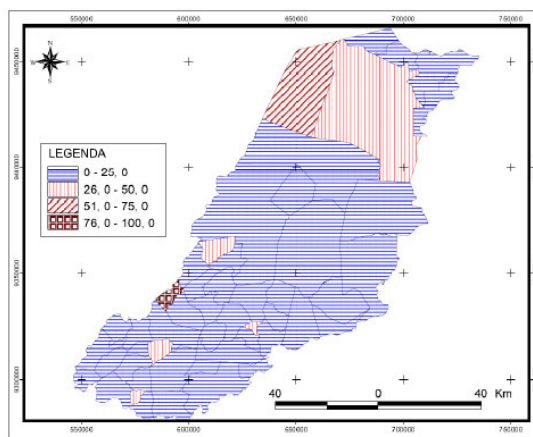


Figura 4: Mapa temático de PIB agropecuário após ajuste pela distância proporcional.

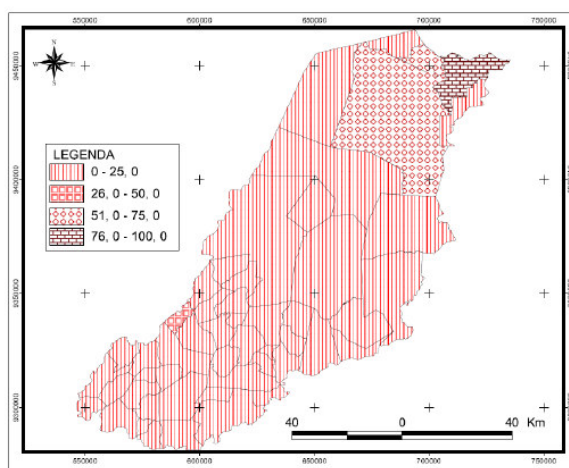


Figura 5: Mapa temático de PIB industrial após ajuste pela distância proporcional.

Fonte: CARVALHO (2010).

Após a agregação dos indicadores parciais e formulação do IPS para os municípios, foi produzido um mapa com valores distribuídos em cinco classes conforme a Figura 6. O uso de cinco classes permite um melhor detalhamento e facilita a análise espacial dos dados para o IPS. O baixo curso da BHRAM apresentou municípios com elevado nível de pressão socioeconômica. Destaca-se que nenhum município ficou na maior classe de pressão adotada nesse mapa (80,01 a 100,00%). Na classe de 60,01 a 80,00%, apenas os municípios de Mossoró (68,00%) e Areia Branca (62,00%). Na classe de 40,01 a 60,00% ficaram

seis municípios, Grossos (51,00%) no baixo curso da bacia e Lucrécia (46,00%), Major Sales (49,00%), São Francisco do Oeste (56,00%), São Miguel (42,00%) e Pau dos Ferros (49,00%), distribuídos entre o médio curso superior e alto curso. A grande maioria dos municípios ficou na classe entre 20,01 e 40,00%, estando distribuídos por toda a BHRAM. Na classe mais baixa, chamam a atenção os municípios de Gov. Dix Sept Rosado, Campo Grande e Upanema por estarem situados na região da chapada do Apodi, que possui um bom potencial de exploração agrícola e mineral.

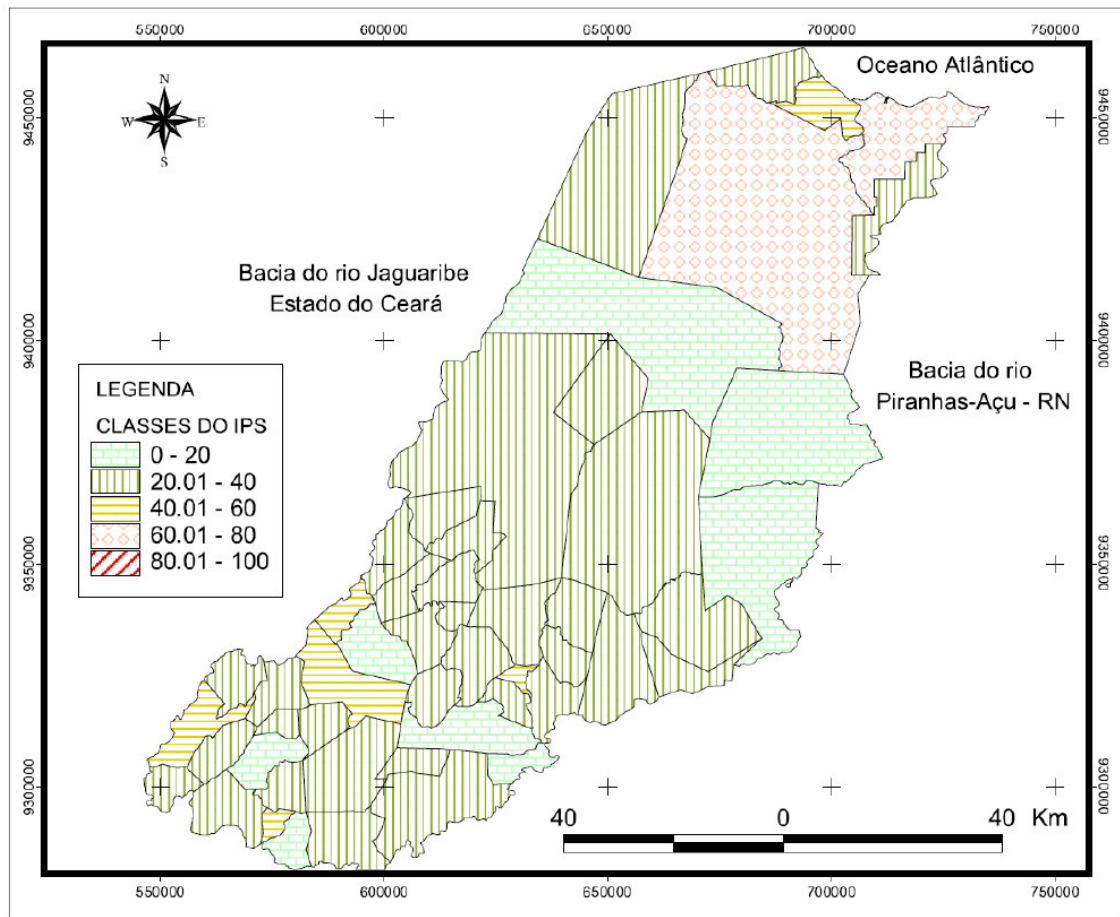


Figura 6: Espacialização em classes do IPS encontrado para os municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Fonte: CARVALHO (2010).

Índice de Gestão Ambiental Municipal - IGAM

Segundo IBAMA (2006), os municípios, ao elaborarem um planejamento territorial baseado em princípios de sustentabilidade, devem considerar um crescimento econômico que proporcione distribuição de renda; alocação e gestão eficiente de recursos públicos; utilização adequada dos recursos naturais; maior equilíbrio entre o espaço rural e o urbano e respeito às tradições culturais das populações. Cita também que para esses requisitos serem atendidos, a área de meio ambiente não pode ser vista como um departamento isolado, sem recursos e funcionários. O meio ambiente deve ser um elemento estruturador das políticas municipais e permear todas as áreas administrativas.

Dos 51 municípios estudados, apenas seis possuem secretaria exclusiva de meio ambiente. Nestes, estão incluídos os três municípios com maior população, Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros. Dos outros três municípios, Patu, Serra do Mel e Portalegre, apenas Patu ultrapassa os 10.000 habitantes. Outros 14 municípios possuem departamento, secretaria conjunta ou órgão similar. Os 31 municípios restantes não apresentam estrutura administrativa municipal de gestão ambiental.

O município que mais se destacou quanto ao número de funcionários ativos em gestão ambiental foi Pau dos Ferros, localizado no médio curso da bacia, com 13 funcionários. Do quadro total 14 municípios possuem funcionários ativos em gestão ambiental e 37 municípios não possuem funcionários nessa área. Além da necessidade de pessoal para trabalhar na gestão ambiental municipal, fatores como o tipo de vínculo (funcionários públicos efetivos ou temporários) e a capacitação técnica desses profissionais são elementos importantes para qualificar e fortalecer essa pasta de trabalho no âmbito municipal. Conforme Philippi Jr. (2002), corroboramos que a emergência dos problemas ambientais e a conseqüente necessidade de dar vazão a planos, programas e projetos que internalizem os preceitos da análise ambiental multi e interdisciplinar consolida a necessidade de uma gestão ambiental que necessita de profissionais com uma visão de conjunto, capazes de desenvolver processos de mediação de conflitos dentro de uma visão holística.

Em termos de conselho municipal de meio ambiente, as melhores condições de estrutura e funcionamento foram apresentadas por Grossos e Portalegre. Abordando a descentralização e o processo participativo na política brasileira, Camargo (2008) coloca que o processo participativo fortaleceu-se com a multiplicação de conselhos nas mais diversas áreas dos estados e municípios, mas que esses ainda são de eficácia duvidosa devido, muitas vezes, à falta da capacidade deliberativa e manipulação por forças políticas de governo ou oposição. Conforme a abordagem da autora fica nítido o entendimento de que o simples fato de um município apresentar indicadores favoráveis sobre o funcionamento do conselho, não garante a efetividade desse instrumento participativo na solidificação da PNMA.

Vinte municípios relataram participar de comitê de bacia hidrográfica. Grande parte desses municípios tem uma relação direta com o rio Apodi-Mossoró sendo a participação em comitês de bacia uma estratégia muito importante para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, especialmente à água. Contudo considera-se esse número como uma evidência do fraco desempenho da gestão ambiental na bacia.

A agenda 21 local é um importante fórum democrático de planejamento para os municípios brasileiros. A origem desse instrumento se deu na Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que ocorreu em 1992 na cidade do Rio de Janeiro. Foi um dos documentos mais importantes elaborado nessa reunião e deve ter desdobramentos nos níveis global, nacional, regional e local. No caso dos municípios em estudo, dentro dos quesitos analisados, estes poderiam atingir até 7 pontos se estivessem na fase de implementação da Agenda 21 local. Apenas 5 municípios atingiram o nível máximo de pontuação, Felipe Guerra, Caraúbas, Frutuoso Gomes, Serrinha dos Pintos e Venha-Ver localizados no médio curso inferior e superior e no alto curso da bacia.

Quanto a existência de legislação ambiental, os municípios de Baraúna, Portalegre, Pau dos Ferros e Areia Branca relataram possuir. Já sobre a existência de unidades de conservação municipais, nenhum município possuía até a data de aplicação do questionário.

Com relação às ações de caráter ambiental, estas englobam uma série de questões que envolvem a dinâmica institucional em torno da busca pelo controle e mitigação dos impactos e processos de degradação ambiental que se desenvolvem nos municípios. Considerando apenas esse aspecto, poderia ser obtido pelos municípios o máximo de 13 pontos. O município que apresentou a maior pontuação da área de estudo foi Areia Branca, situado no baixo curso do rio Apodi-Mossoró, com 5 pontos. Dez municípios não pontuaram nesse quesito.

A soma da pontuação obtida em todos os indicadores proporcionou a formulação do IGAM. Este, por sua vez, possibilita uma visão geral sobre a gestão ambiental municipal na bacia e pode ajudar na estruturação de planos e projetos para o fortalecimento e capacitação dos atores envolvidos nessa pasta de trabalho. De um modo geral, percebe-se que os mu-

nicipios que atingiram o maior valor – Areia Branca e Pau dos Ferros com 16 pontos cada um – não chegaram a 50% da pontuação possível. Esse fato revela um quadro preocupante em termos do incremento da gestão ambiental nos municípios. Entre os municípios com pior índice, 16 ficaram entre 0 e 4 pontos (Figura 7). A maioria dos municípios (24) ficaram na classe entre 5 e 8 pontos. Com um melhor de desempenho, os municípios de Areia Branca, Patu, Pau dos Ferros e Venha-Ver ficaram na classe entre 13 e 16 pontos e outros sete municípios ficaram na classe entre 9 e 12 pontos.

Na espacialização dos dados (Figura 7) percebe-se que os municípios do baixo curso apresentam uma gestão ambiental, comparativamente aos demais, melhor estruturada. Os outros oito municípios que obtiveram acima de nove pontos estão distribuídos no médio curso superior da bacia.

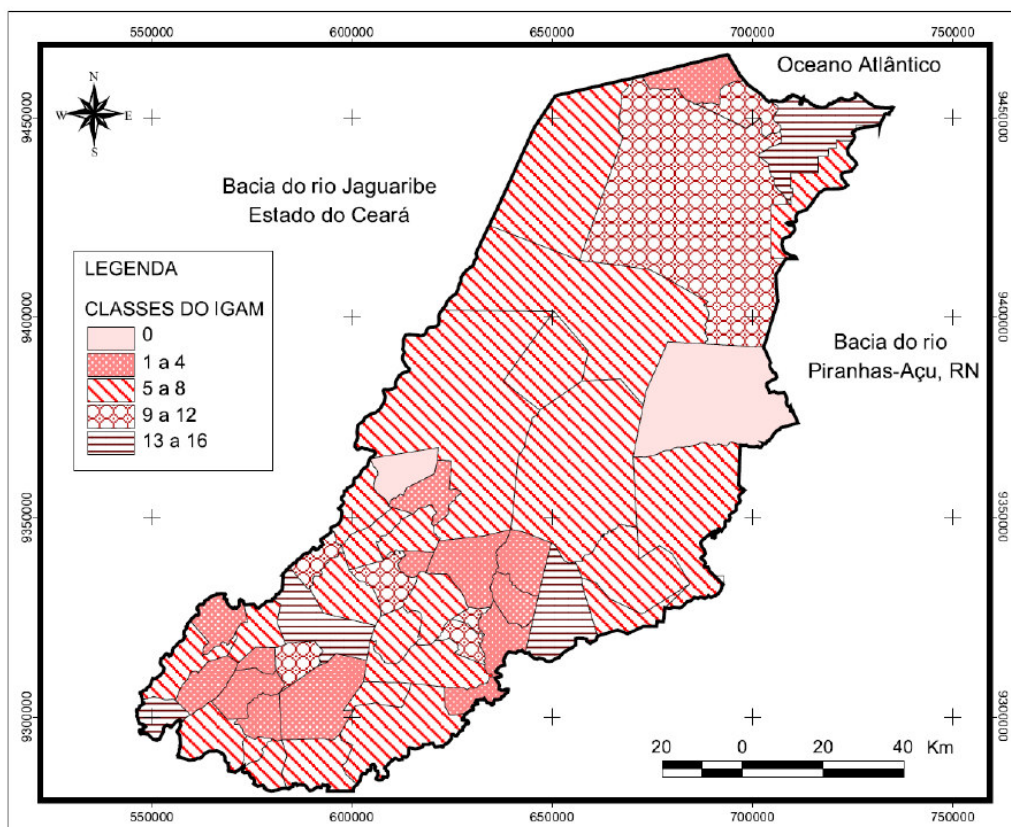


Figura 7: Apresentação espacializada em classes do IGAM entre os municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.

Análise integrada entre o IPS e IGAM

A análise integrada entre o IGAM e o IPS é realizada considerando as unidades de análise propostas na metodologia deste artigo. Foram utilizados gráficos e o IGAM foi convertido em número percentual para facilitar a comparação.

No baixo curso da BHRAM, os valores do IGAM estão nitidamente atrelados aos valores

obtidos no IPS. Ocorrem pequenas variações como no caso de Tibau e Mossoró onde o IPS ficou acima do IGAM. No restante dos municípios o IPS ficou sempre abaixo do IGAM. Outro fator que deve ser destacado é o fato de Mossoró, que tem o maior IPS da unidade, ficar atrás de Areia Branca no IGAM. Apesar de ser uma tendência geral, a sincronicidade entre os valores do IGAM e do IPS reservam algumas exceções (Figura 8).

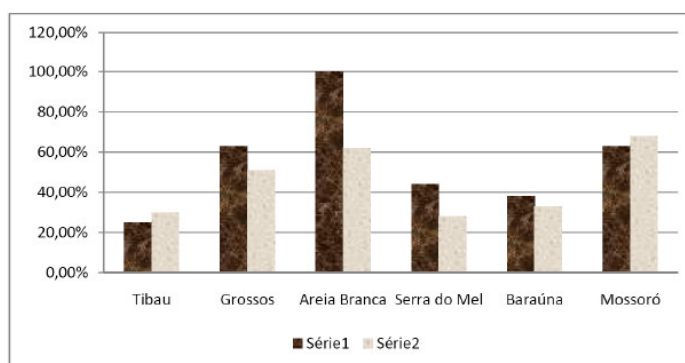


Figura 8: Gráfico comparativo do IGAM e IPS dos municípios do baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró. A Série1 corresponde ao IGAM e a Série2 ao IPS.

No médio curso inferior, a relação entre o IGAM e o IPS é menos evidente. Tanto o IGAM quanto o IPS mantém uma média. O primeiro entre 40% e 50%, com exceção do município de Upanema que não pontuou em nenhum quesito do IGAM (Figura 9). O segundo, entre 10% e 20%. No geral, os municípios

detêm pequena expressão econômica, apesar de estarem alocados em uma região propícia a agricultura e fruticultura irrigada e exploração mineral, incluindo o petróleo. Nesse tipo de situação a gestão ambiental municipal, geralmente, não se mostra prioritária, recebendo investimentos ínfimos do poder público.

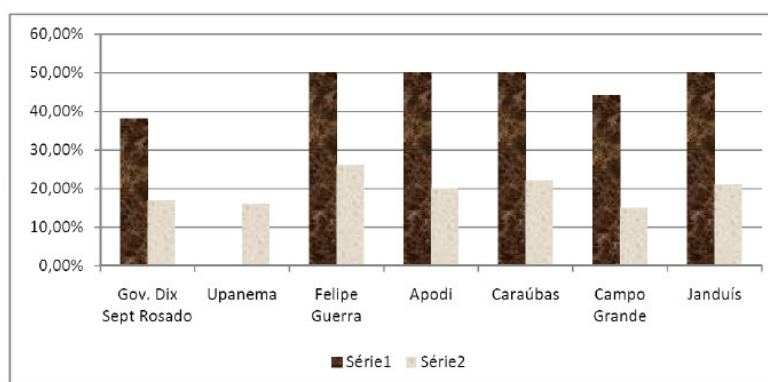


Figura 9: Gráfico comparativo do IGAM e IPS dos municípios do médio curso inferior da bacia do rio Apodi-Mossoró. A Série1 corresponde ao IGAM e a Série2 ao IPS.

No médio curso superior, que mantém a maior parte dos municípios (28) da BHRAM, tanto o IPS quanto o IGAM variam bastante, mas mantém uma relação de correspondência, com poucas exceções. Em 18 municípios o percentual do IGAM supera o do IPS e nos 10 restantes ocorre o contrário. A situação esperada nesse estudo é sempre que o IGAM esteja acima do IPS, pois o fato de

um município ser de pequeno ou médio porte, não justifica a ausência de uma política ambiental, pelo menos proporcional as condições administrativas locais. Merecem destaque, enquanto portadores de uma condição favorável ao desenvolvimento sustentável, os municípios de Patu, Frutuoso Gomes e Pau dos Ferros. Estes possuem um alto IGAM e o IPS menor que 50% (Figura 10).

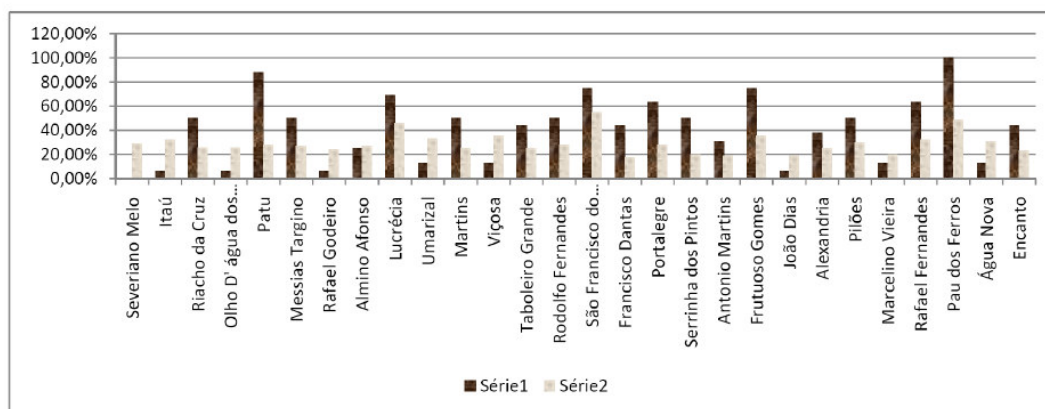


Figura 10: Gráfico comparativo do IGAM e IPS dos municípios do médio curso superior da bacia do rio Apodi-Mossoró. A Série1 corresponde ao IGAM e a Série2 ao IPS.

No alto curso encontra-se o município que mais se destacou em termos de variação entre o IGAM e o IPS. Venha-Ver possui um IGAM em torno de 80% e um IPS de cerca de 20%. Isso mostra na prática que para desenvolver uma polí-

tica ambiental municipal, os governos locais não precisam ter necessariamente um grande porte socioeconômico. Os municípios restantes retratam baixos percentuais do IPS conjugados com baixos percentuais do IGAM (Figura 11).

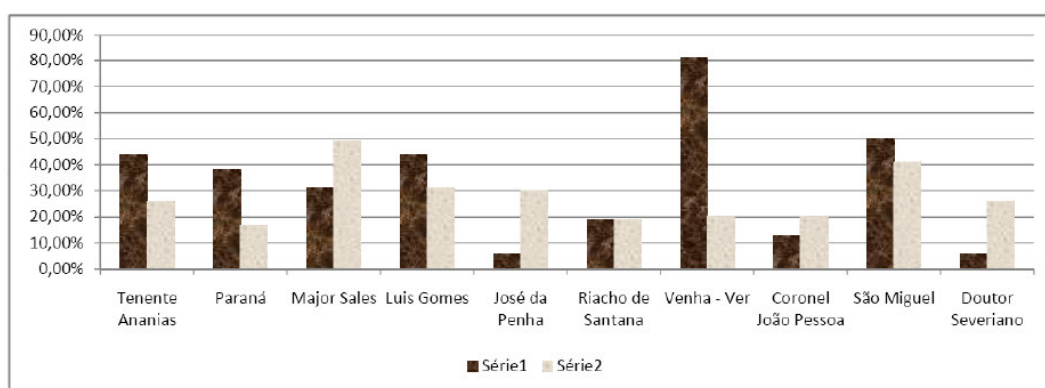


Figura 11: Gráfico comparativo do IGAM e IPS dos municípios do alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró. A Série1 corresponde ao IGAM e a Série2 ao IPS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices propostos nesse estudo possibilitam um acompanhamento integrado da situação referente a pressão socioeconômica e do incremento da gestão ambiental municipal nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Além da possibilidade de confrontamento direto, o uso dos mapas temáticos também possibilita uma visualização espacial da situação geral dos municípios.

Esse tipo de monitoramento representa um suporte, tanto para a execução de programas para o fortalecimento da gestão ambiental em municípios que apresentem uma forte pressão socioeconômica, como para a definição de ações de caráter complementar que devem ser desenvolvidas por órgãos estaduais e federais de meio ambiente.

Apesar de uma tendência geral de correspondência entre os valores do IPS e do IGAM, algumas exceções foram observadas, demonstrando ainda mais a relevância desse tipo de estudo para fomentar a elaboração de diagnósticos e cenários para os municípios. Os indicadores facilitam na compreensão dos dados, melhorando assim a qualidade das pesquisas na medida em que permitem quantificar, qualificar ou mensurar algum elemento desejado. As definições e características dos indicadores podem ser diversas e vão depender diretamente da abordagem a ser considerada. Desse modo é fundamental que os indicadores sejam observados e interpretados dentro do contexto especificamente pretendido de análise.

Reforçamos o pensamento de que a simples existência de uma estrutura administrativa ambiental nos municípios, não garante uma prática exitosa de gestão ambiental. Contudo, para que exista uma contribuição por parte dos municípios na gestão ambiental territorial e dos recursos naturais é fundamental a constituição de algum órgão ou departamento responsável por essa pasta. Portanto, não pretendemos com esse estudo esgotar a temática, mas apenas evidenciar, a partir dos dados verificados, a forma como estão distribuídos os aspectos da gestão ambiental municipal na área da bacia do rio Apodi-Mossoró, confrontando-os com as condições gerais de pressão socioeconômica existentes em cada município.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, *Lei 6.938/81*, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a *Política Nacional do Meio Ambiente*, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm>>. Acesso em: 21 mai. 2009.
- BRASIL, *Constituição (1988)*. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
- BURSZTYN, M. *INTRODUÇÃO - Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século*. In: BURSZTYN, M. (org.). *Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século*. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.
- CAMARGO, A. Governança para o século 21. In: TRIGUEIRO, A. *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. 5 ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2008.
- CARVALHO, R. G. *Indicadores Ambientais e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao planejamento ambiental da bacia do rio Apodi-Mossoró – RN*. Tese de (Doutorado em Geografia) (em andamento). Universidade Federal do Ceará, 2010.
- HESPAHOL, I. *Água e saneamento básico*. In: REBOUÇAS, A. da C. et al. *Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação*. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente 2002*. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2005.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Banco de dados – IBGE Cidades*. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>> 1 : Acesso em 16/08/2010.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Cadernos de formação volume 1: Política Nacional de Meio Ambiente*. Ministério do Meio Ambiente – Brasília: MMA, 2006.

LEFF, E. *Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza*. Tradução Luis Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

MAGALHÃES JR., A. P. *Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MONTIBELLER FILHO, G. *Crescimento econômico e sustentabilidade*. Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia – MG, n. 19, jun, 2007.

PHILIPPI JR, A. *O impacto da capacitação em gestão ambiental*. 2002. 240 f. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M. e SILVA, E. V. da. *Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: problemática, tendências e desafios*. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA). *Anuário Estatístico*, 2010.

4.3 Capacidade de suporte, desmatamento e IEMA dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN

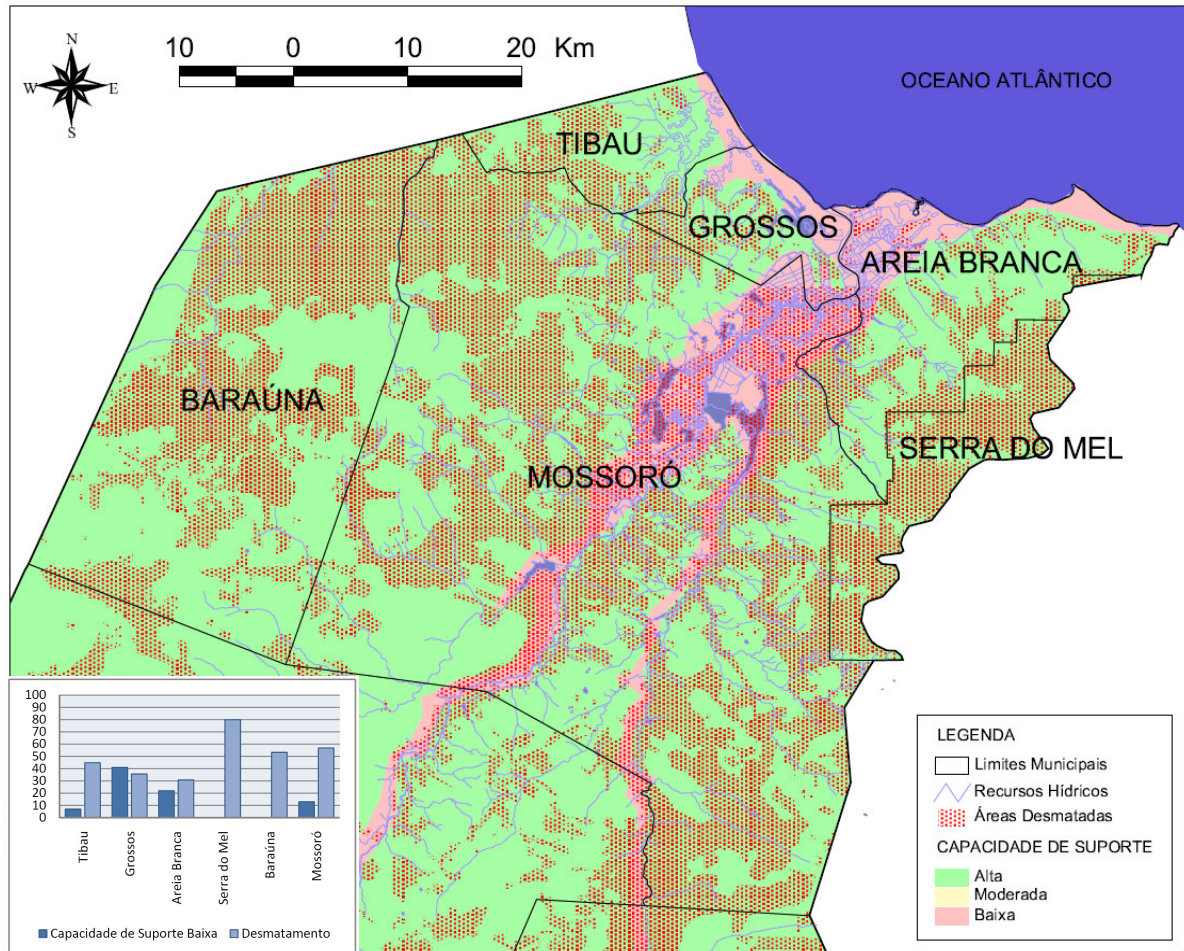
A análise comparada entre os percentuais de áreas com capacidade de suporte baixa e áreas desmatadas nos 51 municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró foi realizada obedecendo as divisões territoriais estabelecidas na metodologia, considerando o baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto curso.

No baixo curso, as áreas com capacidade de suporte baixa dos municípios apresentam-se modestas, com maior expressão apenas no município de Grossos, chegando a 41% (Figura 32). O índice de desmatamento ultrapassa 50% nos municípios de Baraúna e Mossoró, chegando a 80% na área abrangida pelo município de Serra do Mel. Entretanto, este último não possui áreas com capacidade de suporte baixa inseridas na BHRAM.

Constata-se que 52% da área total do baixo curso apresenta-se desmatada, sendo algo em torno de 2008 km². O mapa da Figura 32 aponta que grande parte das áreas desmatadas ocorre nos ambientes considerados como de capacidade de suporte alta, porém, podem ser notados grandes desmatamentos associados às áreas de planície do rio Apodi-Mossoró e rio do Camo. Deve-se considerar também a área das salinas como um dos focos de desmatamento do setor de planície flúvio-marinha.

Os municípios do médio curso inferior, inseridos entre a chapada do Apodi, a depressão periférica e a depressão sertaneja, apresentam poucas áreas com capacidade de suporte baixa, sendo elas vinculadas, especialmente, a planície fluvial do rio Apodi-Mossoró e do rio do Camo. O desmatamento fica entre 20 e 50% (Figura 33). Cabe lembrar que a maioria desses municípios, assim como alguns municípios do baixo curso, possui extensas áreas territoriais. Sendo assim, os percentuais de desmatamento têm, em geral, uma maior contribuição para a degradação do bioma caatinga no Nordeste do Brasil.

Figura 25 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.

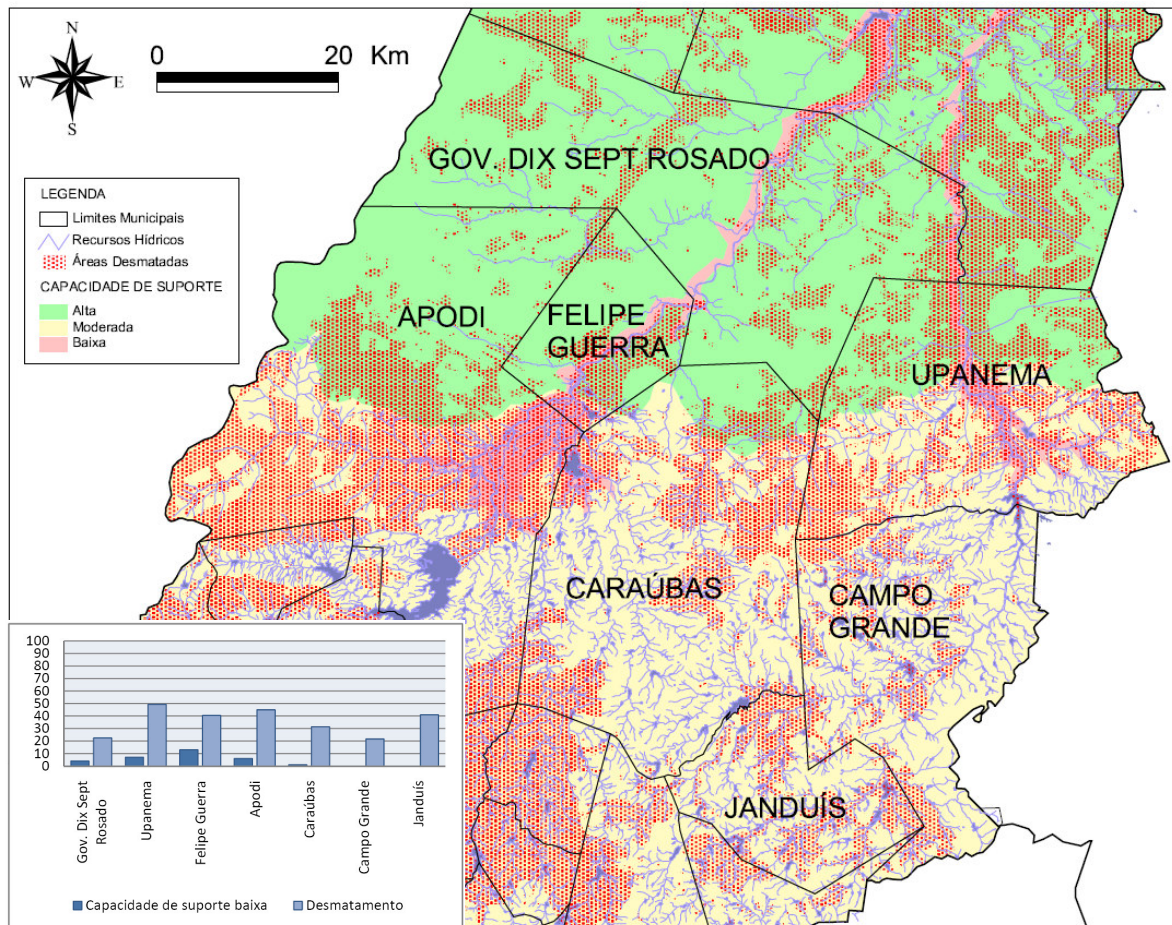


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Constata-se que 35% da área total do médio curso inferior apresenta-se desmatada. Apesar de um percentual menor, a área total desmatada é aproximadamente a mesma do baixo curso, algo em torno de 2175 km². Os principais polígonos de desmatamento estão dispostos na planície fluvial do rio do Camo, no município de Upanema, e na depressão periférica do município de Caraúbas e, especialmente, no município de Apodi, onde as áreas desmatadas circunscrevem a bacia hidráulica de rios subseqüentes e obseqüentes.

A maior parte das áreas desmatadas ocorre em ambientes considerados como de capacidade de suporte moderada, porém, também podem ser observados desmatamentos concentrados em áreas com capacidade de suporte alta, como ocorre nos municípios de Apodi, Felipe Guerra e Caraúbas e Upanema.

Figura 26 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do médio curso inferior da bacia do rio Apodi-Mossoró.



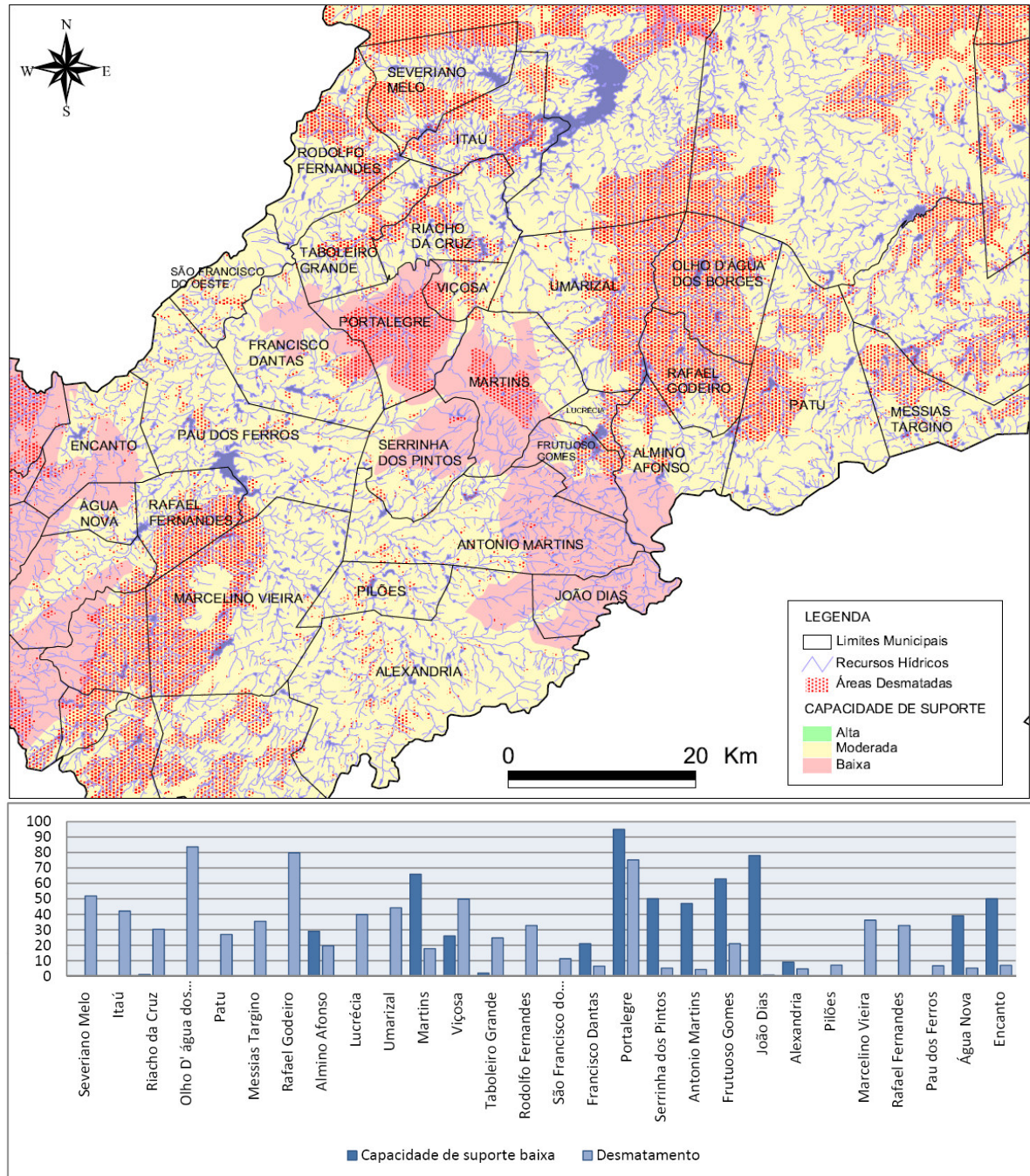
Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

No médio curso superior, os municípios associados aos maciços residuais apresentam elevados percentuais de áreas com capacidade de suporte baixa, se aproximando de 100% em Portalegre e 80% em João Dias (Figura 34). Em Portalegre, o desmatamento também atinge um patamar elevado, cerca de 75,27%.

Outros municípios com elevado desmatamento são Olho d'água dos Borges e Rafael Godeiro, em torno de 80%, não apresentando, todavia, áreas com baixa capacidade de suporte. A maioria desses municípios apresenta extensões territoriais pequenas se comparadas com os municípios do médio curso superior.

Constata-se que 26% da área total do médio curso superior apresenta-se desmatada, correspondendo, em valores absolutos a 1090 km², aproximadamente a metade do desmatamento tanto do médio curso inferior, quanto também do baixo curso.

Figura 27 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do médio curso superior da bacia do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

No alto curso, com a concentração de maciços serranos, a ocorrência de áreas com baixa capacidade de suporte é bastante acentuada. Dos cinco municípios com percentual de áreas com capacidade de suporte baixa próxima ou igual a 100%, Venha-Ver, São Miguel e Dr. Severiano apresentam percentuais de desmatamento igual ou superior a 50%, o que é bastante preocupante do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Outros municípios como Paraná, Major Sales e

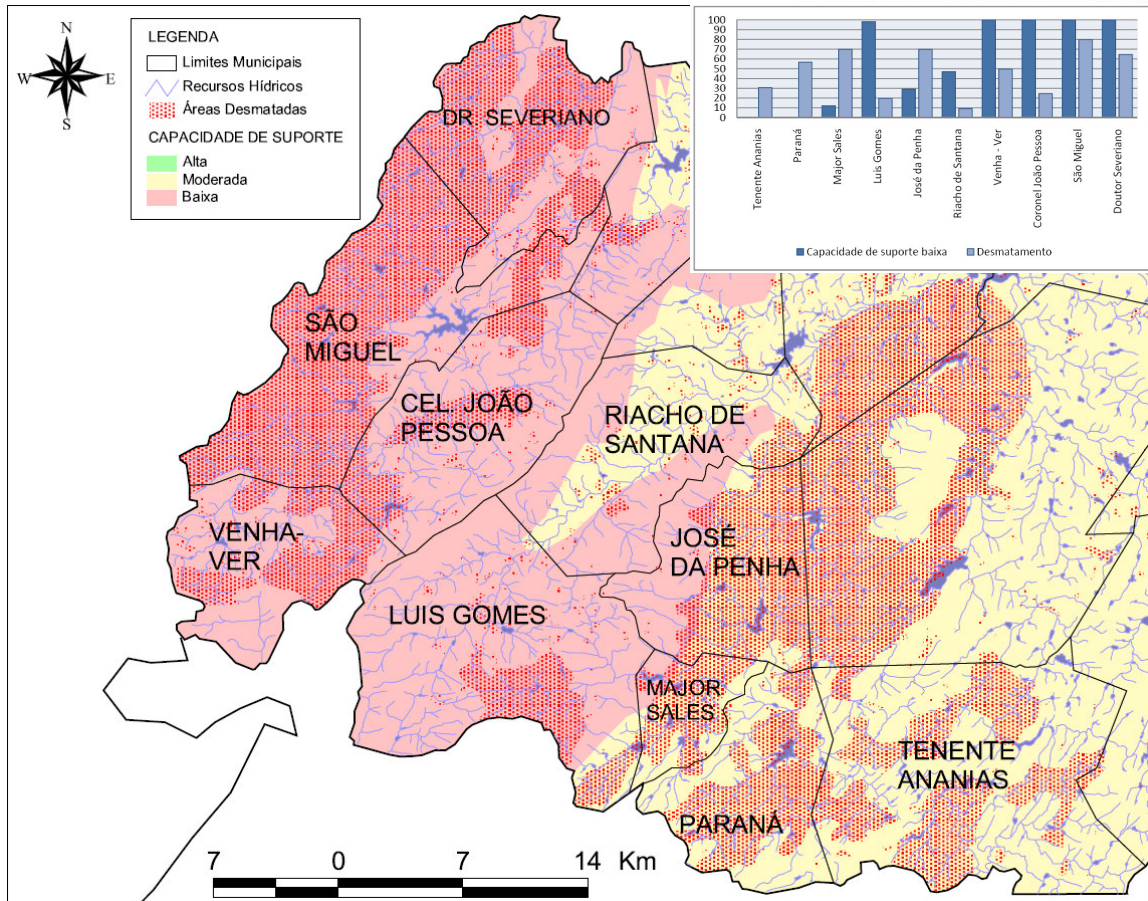
José da Penha, apesar de não apresentarem um percentual alto de áreas com baixa capacidade de suporte, possuem percentuais de desmatamento entre 50% e 70% (Figura 35).

O percentual de desmatamento da área total do alto curso é de 44%, sendo que a área desmatada, em valores absolutos, equivale a 534 km², algo em torno de ¼ do baixo curso e do médio curso inferior, e ½ do médio curso superior.

Ocorrem grandes manchas de desmatamento circunjacentes ao platô da Serra de São Miguel, se estendendo até o município de Dr. Severiano, assim como, nos municípios de Paraná, Major Sales e José da Penha, como pode ser observado no mapa da Figura 35.

O município de Luis Gomes, por sua vez, apresenta desmatamentos acentuados apenas na região onde está instalado o núcleo urbano, tendo assim, potencial para a realização de estudos que tenham como objetivo a avaliação de áreas para a criação de unidades de conservação da natureza.

Figura 28 – Percentual de áreas com capacidade de suporte baixa e desmatamento nos municípios do alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.



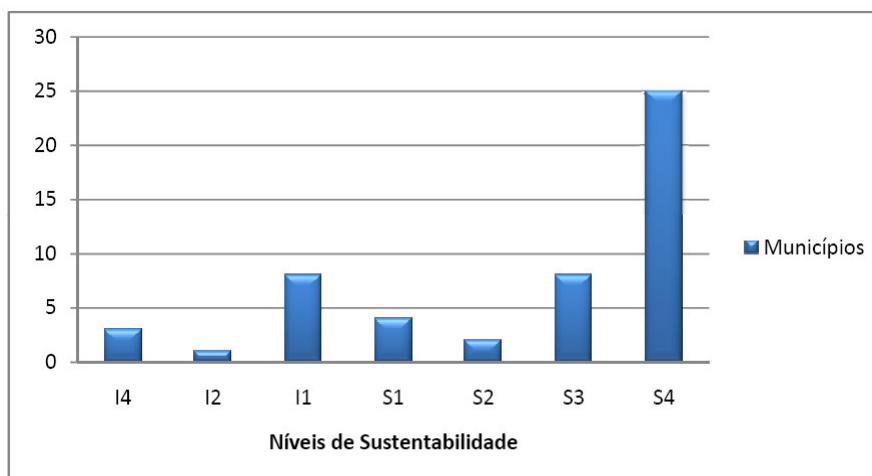
Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Considerando o enquadramento dos dados para a formação do Índice de Estado do Meio Ambiente, é importante evidenciar que o percentual de desmatamento⁷ define se o município apresenta uma exploração territorial insustentável ou sustentável e o percentual de áreas com capacidade de suporte baixa define a intensidade destas categorias variando de 1 (menor intensidade) a 4 (maior intensidade).

Doze municípios (Figura 36) foram considerados como insustentáveis (I1, I2 e I4). Nesses municípios devem ser priorizadas políticas emergenciais de caráter reparador, que busquem corrigir práticas econômicas que têm conduzido a uma contínua degradação dos recursos ambientais. Entre estes, Mossoró e Baraúnas apresentaram grandes áreas desmatadas. Em função da sua grande área territorial, Mossoró ficou entre os 20 municípios do Nordeste que mais desmataram entre os anos de 2002 e 2008, segundo dados do MMA (2010a).

Vinte e cinco municípios ficaram na classe de sustentabilidade 4 (S4). Pode-se avultar que nestes municípios devem ser incrementadas políticas que ampliem a capacidade produtiva, observando estratégias de sustentabilidade.

Figura 29 – Distribuição de frequência das classes de Insustentabilidade (I4, I2 e I1) / Sustentabilidade (S4, S3, S2, e S1) nos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

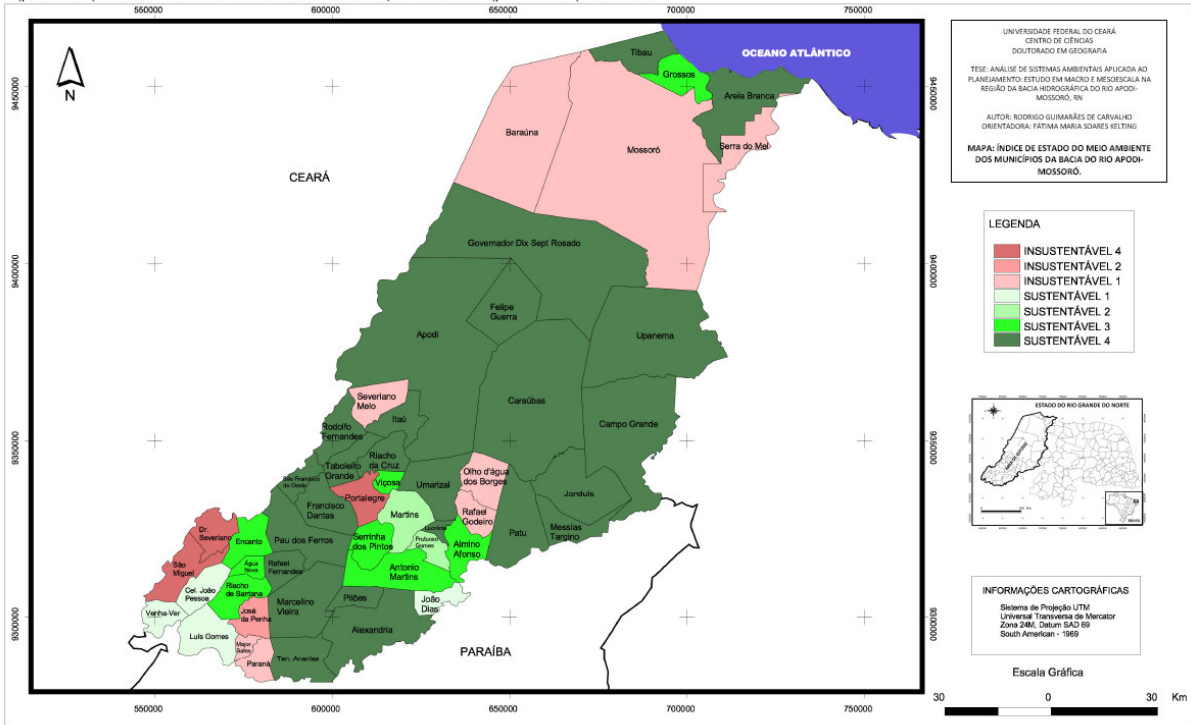
⁷ Maiores detalhes sobre o desmatamento da BHRAM pode ser consultado no Apêndice F.

No mapa apresentado na Figura 37 são destacados os níveis de Insustentabilidade / Sustentabilidade considerando-se a distribuição geográfica dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

De um modo geral, o planejamento ambiental da BHRAM deve considerar uma sistemática de uso e exploração dos recursos naturais, sobretudo quando essas atividades resultarem em desmatamento, que leve em consideração que as áreas com capacidade de suporte baixa não apresentam condições para receber atividades de médio a elevado impacto ambiental. Nessas áreas, devem ser priorizadas atividades econômicas que desenvolvam o uso indireto dos recursos naturais, tais como atividades relacionadas à prática do turismo, envolvendo o aproveitamento da beleza cênica, dos atributos arqueológicos, culturais, gastronômicos, além de esportes de aventura, educação ambiental, entre outras atividades.

Nos municípios onde predominam contextos ambientais que representem uma maior capacidade de suporte, as atividades econômicas devem assumir uma maior importância, e primar pelo manejo sustentável dos recursos naturais. As áreas protegidas devem ser resguardadas do desmatamento, como, por exemplo, as Áreas de Preservação Permanente, as Reservas Legais e as Unidades de Conservação.

Figura 37 – Mapa do Índice de Estado do Meio Ambiente dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

4.4 Matriz de integração e sistema de medidas de planejamento e gestão ambiental na bacia do rio Apodi-Mossoró

Os dados analisados (Figura 38) neste estudo estão ligados às linhas temáticas de importância fundamental para qualquer proposta de planejamento ambiental que seja direcionada a área da BHRAM e que busque desenvolver estratégias de sustentabilidade.

As diferenças socioeconômicas entre os municípios sugerem a existência de setores econômicos responsáveis por gerar uma maior quantidade de recursos financeiros, o que implica em repercussões sociais como, por exemplo, a geração de empregos, a concentração populacional e o adensamento urbano; além das repercussões administrativas/institucionais, nas quais os municípios passam a contar com um maior aporte financeiro para investimentos nas mais diversas áreas; e repercussões ambientais, com um maior pronunciamento do poder de degradação ambiental promovido pela ação antrópica.

A gestão ambiental municipal apresenta-se como um reflexo ao crescimento do poderio econômico dos municípios. Entretanto, ela não, necessariamente, repercute em uma melhoria nas condições ambientais gerais, tampouco faz frente à intensificação dos processos de apropriação desordenada dos recursos naturais. Quando muito, atinge por meio de alguns projetos setoriais, como os direcionados a educação ambiental ou agenda 21 local, as áreas urbanas dos municípios.

Tanto a pressão socioeconômica quanto a gestão ambiental municipal representam áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas. Nos municípios com maior pressão socioeconômica, os instrumentos de gestão ambiental precisam fazer frente ao incremento dos processos produtivos, no sentido de fiscalizar, ordenar e controlar a disseminação dos problemas ambientais. Na ausência do controle do estado perante essa ascensão, a atual “visão de mundo” (BRAUN, 2008, p. 28) e a competitividade de mercado tendem a conduzir as ações empresariais, sem que se observem as externalidades ambientais e a valoração dos serviços ambientais prestados pelos sistemas naturais.

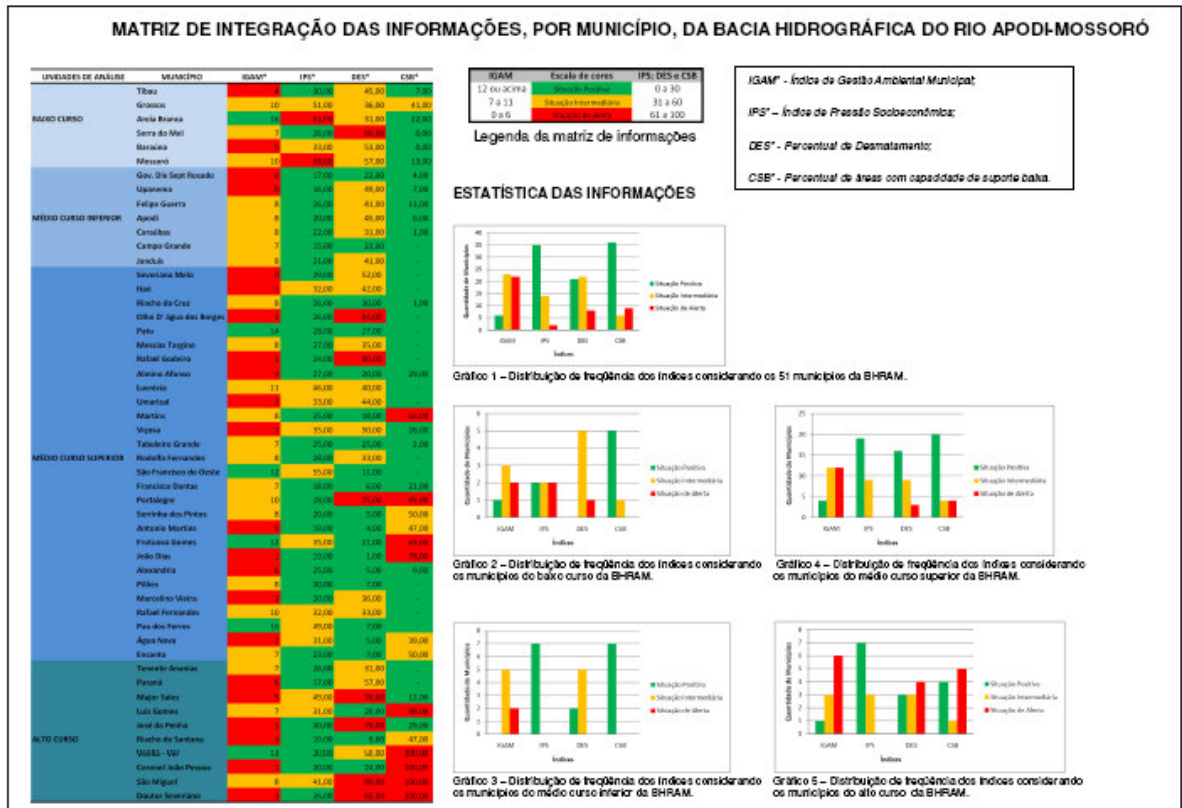


Figura 38 – Matriz de integração dos dados gerados referentes a situação de pressão socioeconômica, gestão ambiental, desmatamento e capacidade de suporte, nos municípios da BHRAM.
Fonte: Elaborado por Rodrigo Guimarães de Carvalho.

Figura 30 - Matriz de integração dos dados referentes a situação de pressão socioeconômica, gestão ambiental, desmatamento e capacidade de suporte, nos municípios da BHRAM.

O desmatamento, como impacto primeiro da exploração antrópica, precisa ser monitorado e planejado de modo que se mantenha a integridade dos sistemas ambientais e a preservação das áreas mais vulneráveis, ricas em biodiversidade, protetoras de encostas ou estabilizadoras de recursos hídricos.

A definição de classes de Insustentabilidade / Sustentabilidade para os municípios, a partir do reconhecimento de setores com baixa capacidade de suporte, representa uma orientação primordial para o agendamento de políticas de uso e ocupação do solo e de desenvolvimento local. Compreende-se que as potencialidades ligadas a ambientes com baixa capacidade de suporte devem ser aquelas que se baseiem no uso indireto dos recursos naturais.

O planejamento ambiental, tendo como base a bacia hidrográfica e considerando os indicadores sugeridos neste estudo, deve agrupar um conjunto conciso de ações voltadas para o monitoramento, correção de situações indesejáveis, desenvolvimento de políticas de desenvolvimento local sustentáveis, disseminação da educação ambiental e de fóruns participativos locais e a promoção de ações integradas entre os municípios.

Os quadros 9, 10, 11 e 12 trazem a síntese diagnóstica e as diretrizes de planejamento e gestão ambiental por unidades de análise. São elencadas as legislações pertinentes aos sistemas ambientais, as potencialidades e as limitações ao uso e ocupação do solo, e, também, as ações efetivas de planejamento ambiental e as ações corretivas emergenciais para cada uma das unidades de análise e planejamento propostas nesta tese.

Quadro 9 – Planejamento ambiental no baixo curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.

DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO BAIXO CURSO	
MUNICÍPIOS COMPONENTES: Tibau, Grossos, Areia Branca, Serra do Mel, Baraúna e Mossoró.	
ÁREA TOTAL: 3875 km ² PERCENTUAL DA BHRAM: 25%	
Caracterização geral da unidade de planejamento	Unidade composta por área de 06 municípios. A planície litorânea, planície flúvio-marinha, planície fluvial, tabuleiro costeiro e a chapada do Apodi, são os sistemas ambientais que compõem o cenário geoambiental. Nesta unidade está alocado o município de Mossoró, maior da bacia tanto em termos territoriais quanto em termos socioeconômicos. Atividades antrópicas que representam grande impacto na economia são desenvolvidas como a extração de petróleo, a extração e o beneficiamento de sal marinho, carcinicultura e agropecuária.
Quadro socioeconômico e gestão ambiental local	Situação de alerta em termos de pressão socioeconômica para os municípios de Mossoró e Areia Branca. Atividades como a carcinicultura, a salicultura e a extração de petróleo justificam essa preocupação em termos de mitigação de impactos ambientais. O município de grossos, apesar de também apresentar atividade salineira, abrange uma área menor de exploração. A exploração agropecuária nos tabuleiros também deve ser supervisionada para o controle do uso de agrotóxicos e de contaminação do lençol freático. No município de Tibau, deve ser observada principalmente a expansão da ocupação veranista na planície litorânea. A gestão ambiental municipal só apresenta indicadores significativos em Areia Branca. Os outros municípios apresentaram baixas pontuações nesse quesito.
Capacidade de suporte e desmatamento	Áreas com capacidade de suporte baixa assumem modestos percentuais nos municípios. Apenas o município de Grossos requer uma maior atenção, os demais municípios apresentam percentuais que possibilitam uma intensificação da exploração socioeconômica do território, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos ambientais. As áreas com capacidade de suporte baixa estão ligadas à planície litorânea e à planície flúvio-marinha. Os tabuleiros apresentam uma maior estabilidade em razão da morfologia plana do terreno. O desmatamento sugere preocupações uma vez que foram detectados percentuais variando de 31 a 80%. A maior taxa ocorre no município de Serra do Mel. Os municípios, de um modo geral, necessitam de atenção para o controle do desmatamento.
Legislações ambientais pertinentes	Devem ser observadas a resolução CONAMA 341/2003 que trata da proteção das dunas móveis e fixas, e a resolução CONAMA 303/2002 que trata das Áreas de Preservação Permanente de rios, lagoas e manguezais. As áreas de Reserva Legal também devem ser inspecionadas de acordo com o estabelecido na Lei 4771/1965 do Código Florestal Brasileiro.

Potencialidades ao uso	Sistemas ambientais com valor paisagístico e ecológico, pesca artesanal, ecoturismo, turismo de base local, esportes de aventura, agricultura familiar, extrativismo, exploração de petróleo e agropecuária com manejo adequado do solo, da água e da vegetação.
Limitações ao uso	Ambientes protegidos por legislação ambiental, vulnerabilidade alta na planície litorânea e planície flúvio-marinha, significativa quantidade de recursos hídricos superficiais com incremento da lâmina d'água no período de chuvas, condições de navegabilidade na foz do rio Apodi-Mossoró dificultadas pelo assoreamento.
Ações de macroplanejamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável em áreas com capacidade de suporte baixa: resquícios de manguezal, dunas, lagoas costeiras e interdunares e sítios arqueológicos; - Zoneamento Ecológico-Econômico dos municípios para o ordenamento das atividades antrópicas de acordo com as possibilidades ambientais, especialmente em Mossoró, Areia Branca e Grossos e na planície litorânea de Tibau; - Criação de um fórum de agenda 21 para a zona costeira com intuito de discutir questões como, por exemplo, a atividade salineira, a carcinicultura e a ocupação veranista; - Planos Diretores Urbanos para ordenar o crescimento das cidades e estruturar projetos de saneamento ambiental, especialmente nas cidades de Mossoró, Areia Branca e Grossos, por estarem situadas próximas ao rio Apodi-Mossoró; - Organização de estudo para a avaliação de áreas propícias para o estabelecimento de aterros sanitários consorciados entre os municípios litorâneos, uma vez que Mossoró já conta com Aterro Sanitário.
Ações corretivas emergenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Desocupação e recuperação de Áreas de Preservação Permanente ocupadas por salinas; - Desocupação de áreas de dunas; - Controle no lançamento de efluentes no rio Apodi-Mossoró oriundo de atividades salineiras, carcinicultura e esgotos domésticos das cidades de Mossoró, Areia Branca e Grossos; - Melhoria da gestão ambiental municipal, ampliando a atuação dos fóruns participativos e intensificando a fiscalização, sobretudo nos municípios de Baraúna, Tibau e Serra do Mel visto que apresentaram um IGAM baixo; - Capacitação dos atores públicos e sociais com relação às questões ambientais de cada um dos municípios.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 10 – Planejamento ambiental no médio curso inferior da bacia do rio Apodi-Mossoró.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO MEDIO CURSO INFERIOR	
MUNICIPIOS COMPONENTES: Governador Dix Sept Rosado, Upanema, Felipe Guerra, Apodi, Caraúbas, Campo Grande e Janduís.	
ÁREA TOTAL: 6082 km ² PERCENTUAL DA BHRAM: 40%	
Caracterização geral da unidade de planejamento	Unidade composta por 07 municípios. A chapada do Apodi é o sistema ambiental dominante. A extração de petróleo em terra, a agropecuária e a mineração comandam o sistema econômico. O contexto geológico/geomorfológico condiciona a existência de uma drenagem superficial pouco densa, o que dificultou por muito tempo a fixação de populações neste ambiente. Só com o incremento dos recursos hídricos por meio da açudagem, da implementação de adutoras e da perfuração de poços profundos que a chapada começou a deslanchar a economia da zona rural.
Quadro socioeconômico e gestão ambiental local	De um modo geral, os municípios apresentaram um IPS com baixo potencial de impacto ambiental. Cabe destacar, que apesar de ser composta por apenas 07 municípios, esta unidade representa a maior área territorial relativa a BHRAM, o que significa que os municípios possuem, geralmente, extensas áreas territoriais. No que se refere a gestão ambiental municipal, os municípios de Upanema e Governador Dix Sept Rosado apresentaram uma situação de alerta. E os outros municípios apresentaram algum tipo de estrutura incipiente para tratar a questão ambiental. A gestão ambiental municipal ainda requer um maior incremento para contribuir com a estrutura da Política Nacional de Meio Ambiente.
Capacidade de suporte e desmatamento	Neste setor, nos termos desta pesquisa, observa-se um pequeno percentual de áreas com capacidade de suporte baixa. O relevo plano é um fator favorável para a intensificação do uso e da ocupação do solo. Os municípios apresentam um padrão moderado de desmatamento, sendo que, nenhum deles alcançou a marca de 50%.
Legislações ambientais pertinentes	As legislações ambientais que devem ser observadas se referem à definição das Áreas de Preservação Permanente de rios e lagoas, e, principalmente, da instituição de Reservas Legais.
Potencialidades ao uso	Uso agrícola, pecuária, manejo da caatinga, extração mineral de calcário e petróleo, exploração turística das inúmeras cavidades naturais que ocorrem nos lajedos expostos, em especial no município de Felipe Guerra e Gov. Dix-Sept Rosado.
Limitações ao uso	Dificuldade na obtenção e distribuição de água para a irrigação e outros fins, estando a pluviometria média entre 600 e 800 mm anuais.

Ações de macroplanejamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de controle e monitoramento das Reservas Legais; - Controle no uso do fogo; - Fiscalização do uso de agrotóxicos; - Monitoramento da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; - Criação de Unidades de Conservação nas áreas de caverna e proteção de remanescentes do bioma caatinga; - Zoneamento Ecológico-Econômico nas zonas rurais; - Instituição de Planos Diretores Urbanos nas cidades com maior porte como Apodi.
Ações corretivas emergenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação das áreas de APPs degradadas, sobretudo das que estão nas margens dos rios; - Construção consorciada de aterros sanitários em áreas adequadas, e utilizando técnicas de impermeabilização do solo e coleta do chorume; - Saneamento ambiental nas áreas urbanas, especialmente as que estão próximas ao rio Apodi-Mossoró como Apodi, Felipe Guerra e Governador Dix Sept Rosado; - Melhoria da gestão ambiental municipal, ampliando a atuação dos fóruns participativos e intensificando a fiscalização, sobretudo no município de Upanema, porquanto obteve pontuação zero no IGAM. - Capacitação dos atores públicos e sociais com relação às questões ambientais de cada um dos municípios.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 11 – Planejamento ambiental no médio curso superior da bacia do rio Apodi-Mossoró.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO MEDIO CURSO SUPERIOR	
MUNICIPIOS COMPONENTES: Severiano Melo, Itaú, Riacho da Cruz, Olho d'água dos Borges, Patu, Messias Targino, Rafael Godeiro, Almino Afonso, Lucrecia, Umarizal, Martins, Viçosa, Taboleiro Grande, Rodolfo Fernandes, São Francisco do Oeste, Francisco Dantas, Portalegre, Serrinha dos Pintos, Antônio Martins, Frutuoso Gomes, João Dias, Alexandria, Pilões, Marcelino Vieira, Rafael Fernandes, Pau dos Ferros, Água Nova e Encanto.	
ÁREA TOTAL: 4204 km ² PERCENTUAL DA BHRAM: 27%	
Caracterização geral da unidade de planejamento	Unidade composta por 28 municípios. Em virtude de ser formada, em sua supremacia, por ambientes cristalinos e possuir uma densa rede de drenagem superficial, a ocupação humana se desenvolveu há mais tempo, originando inúmeros vilarejos que, posteriormente, se transformaram em cidades. A atividade agrícola e pecuária assume uma grande importância para a fixação das populações rurais na depressão sertaneja, contudo, as condições termopluviométricas irregulares e rigorosas do clima semiárido sempre foram um entrave ao desenvolvimento. Os numerosos microbarramentos, justificados pela intermitência dos rios, demonstram as tentativas de mitigação dos efeitos das secas e da sazonalidade climática. Nas serras, detentoras de uma umidade mais acentuada, as condições edafoclimáticas favorecem a fixação das populações, no entanto, o relevo dissecado constitui um fator limitante para a exploração antrópica.
Quadro socioeconômico e gestão ambiental local	Um total de 19 municípios possuem um valor baixo quanto ao índice de pressão socioeconômica e 09 possuem um valor moderado. Verifica-se que os municípios não apresentam um grande potencial de degradação ambiental, que pode estar atrelado a ausência de exploração de petróleo e da presença de grandes indústrias. Além disso, é preciso se considerar, as pequenas dimensões territoriais dos municípios se comparadas as dos municípios do médio curso inferior. A gestão ambiental municipal é extremamente deficitária, com 24 municípios apresentando estruturas mínimas para o desenvolvimento desta pasta de trabalho. Apenas 04 municípios apresentaram situação positiva, são eles: Patu, Frutuoso Gomes, São Francisco do Oeste e Pau dos Ferros.
Capacidade de suporte e desmatamento	Com relação à capacidade de suporte e desmatamento, os dados são, de um modo geral, bastante positivos. Apenas Rafael Godeiro, Olho d'água dos Borges e Portalegre apresentaram situação de alerta, com índices de desmatamento superiores a 75%. No caso de Portalegre, além do alto nível de desmatamento, pesa, ainda, a existência de grandes áreas com capacidade de suporte baixa. Essas áreas estão ligadas aos maciços residuais em razão do favorecimento das condições do relevo para a ativação de processos de erosão e transporte de sedimentos.

Legislações ambientais pertinentes	As principais legislações ambientais que se aplicam a estrutura geoambiental desta unidade estão ligadas às APPs de rios, lagoas e lagos naturais e artificiais; às APPs de encostas com declividade superior a 45° e topo de morro e às que definem as Reservas Legais.
Potencialidades ao uso	Agricultura de baixo impacto, agroecologia, manejo da caatinga, turismo rural, geoturismo, turismo ecológico e de aventura, sobretudo nos <i>inselbergs</i> e nos maciços residuais úmidos, educação ambiental, exploração mineral controlada e construção de pequenos e médios barramentos.
Limitações ao uso	Solos rasos, susceptibilidade média a erosão em virtude da pouca capacidade protetora da vegetação da caatinga, possibilidade de erosão nas encostas íngremes dos maciços residuais, legislação ambiental restritiva nos maciços residuais, sazonalidade climática, salinidade das escassas águas subterrâneas e grande perda de água por evapotranspiração.
Ações de macroplanejamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção das áreas remanescentes do bioma caatinga por meio da criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral e Uso Sustentável; - Levantamento da fauna e flora da caatinga; - Fiscalização de queimadas e de desmatamentos irregulares; - Criação de fóruns participativos e agendas 21, integrando os municípios, especialmente os situados nas áreas de maciços para a promoção de ações integradas de manejo ambiental; - Planejamento das trilhas ecológicas nos maciços residuais; - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, especialmente em Martins, Portalegre e Serrinha dos Pintos; - Zoneamento Ecológico-Econômico para o ordenamento e proteção do solo e dos recursos hídricos nas zonas rurais; - Plano de controle e fiscalização no uso de agrotóxicos e monitoramento da qualidade dos mananciais.
Ações corretivas emergenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação das áreas degradadas em APPs, Reservas Legais e nas áreas onde avançam processos de desertificação e com desmatamento acentuado; - Saneamento ambiental nas áreas urbanas; - Recuperação ambiental de áreas mineradas; - Estabilização de encostas desmatadas e susceptíveis a deslizamentos; - Nos municípios de Rafael Godeiro, Olho d'água dos Borges e Portalegre devem ser postas em prática, de forma imediata, medidas de controle do desmatamento. - Capacitação dos atores públicos e sociais com relação às questões ambientais de cada um dos municípios.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 12 – Planejamento ambiental no alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO ALTO CURSO	
MUNICÍPIOS COMPONENTES: Tenente Ananias, Paraná, Major Sales, Luís Gomes, José da Penha, Riacho de Santana, Venha-Ver, Cel. João Pessoa, São Miguel, e Dr. Severiano.	
ÁREA TOTAL: 1207 km ² PERCENTUAL DA BHRAM: 08%	
Caracterização geral da unidade de planejamento	Unidade composta por 10 municípios. As condições microclimáticas apresentam uma maior umidade e temperaturas mais amenas por se tratarem de maciços residuais elevados em relação à depressão sertaneja circunjacente. Também apresenta um contexto de solos mais desenvolvidos, submetidos, no entanto, às forças gravitacionais, que os tornam completamente dependentes da cobertura vegetal para mantê-los fixados nas áreas de encostas.
Quadro socioeconômico e gestão ambiental local	A maior parte dos municípios (07) apresenta situação positiva com relação ao IPS, no sentido de que as atividades econômicas não apresentem risco de impactos ambientais de elevada magnitude. Quanto ao IGAM, apenas o município de Venha-Ver apresentou uma pontuação considerada alta, enquanto que a maioria (09) teve uma pontuação baixa. Apesar de não apresentar um grande potencial de degradação em termos de IPS, deve-se considerar que o ambiente em que estão assentados a maior parte dos municípios são compostos por maciços residuais elevados com uma grande dissecação do relevo, o que representa um fator limitante ao uso e favorecedor da degradação ambiental.
Capacidade de suporte e desmatamento	Quanto ao desmatamento, apenas 03 municípios apresentaram situação positiva, Cel. João Pessoa, Riacho de Santana e Luís Gomes. Apresentam situações de alerta os municípios de São Miguel (80% de áreas desmatadas), José da Penha e Major Sales com 70% de áreas desmatadas e Dr. Severiano com 65%. Somado ao desmatamento, a existência de áreas com capacidade de suporte baixa, tornam os municípios de São Miguel e Dr. Severiano, áreas emergenciais de atuação do poder público no sentido de controlar a degradação ambiental.
Legislações ambientais pertinentes	As principais legislações ambientais que se aplicam a estrutura geoambiental dessa unidade estão ligadas às APPs de rios, lagoas e lagos artificiais; às APPs de encostas com declividade superior a 45° e o topo de morro e às que definem as Reservas Legais.
Potencialidades ao uso	Agricultura de baixo impacto, agroecologia, manejo da caatinga, turismo rural, geoturismo, turismo ecológico e de aventura, sobretudo nos maciços residuais úmidos, educação ambiental.
Limitações ao uso	Possibilidade de erosão nas encostas íngremes dos maciços residuais, legislação ambiental restritiva nos maciços residuais, sazonalidade climática, salinidade das escassas águas subterrâneas nas depressões sertanejas, grande perda de água por evapotranspiração.

Ações de macroplanejamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de monitoramento do desmatamento e de áreas de risco nos maciços residuais, especialmente em São Miguel e Dr. Severiano; - Plano de recomposição florestal e estabilização de encostas degradadas e APPs de rios e lagoas; - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano para as cidades, em especial as que estão em altitude superior a 400m; - Zoneamento Ecológico-Econômico para a zona rural, considerando-se a priorização de atividades de baixo impacto ambiental nas áreas de encostas dos maciços residuais; - Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável para incentivar a preservação e o turismo ecológico.
Ações corretivas emergenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação das áreas degradadas em APPs, Reservas Legais e nas áreas com desmatamento acentuado; - Saneamento ambiental nas áreas urbanas; - Estabilização de encostas desmatadas e susceptíveis a deslizamentos; - Nos municípios de São Miguel e Dr. Severiano devem ser postas em prática, de forma imediata, medidas de controle do desmatamento. - Capacitação dos atores públicos e sociais com relação às questões ambientais de cada um dos municípios.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

5 ANÁLISE AMBIENTAL EM MESOESCALA: ESTUDO DE CASO EM GROSSOS

O zoneamento ambiental é uma ferramenta que visa facilitar o processo de planejamento ambiental do território. Destaca-se, contudo, que sua efetiva aplicação é facilitada quando direcionada a áreas territoriais menores, onde se torna viável até mesmo sua regulamentação. Quando aplicado a grandes áreas territoriais, o zoneamento deve ter um caráter mais indicativo do que normativo, uma vez que a definição clara dos limites das zonas e a fiscalização ostensiva por parte do poder executivo, se tornam difíceis.

Essa etapa do estudo tem o objetivo de aplicar a uma base municipal uma proposta de zoneamento ambiental baseada no diagnóstico geoecológico da paisagem. Nobre (2008), estudando uma bacia hidrográfica no estado de São Paulo, concluiu que para a realização de uma avaliação ambiental mais relevante e, com maior aprofundamento, é necessário estabelecer uma menor área de estudo, citando como exemplo os municípios.

É certo que, mantendo uma delimitação político-administrativa, o município de Grossos irá conceber um mosaico de sistemas ambientais, com diferentes níveis de impactos antropogênicos em função das condições gerais de apropriação dos recursos naturais advindas do sistema socioeconômico. Sob a perspectiva da análise geográfica, até mesmo o processo de globalização pode influenciar nas condições de sustentabilidade e exploração dos sistemas ambientais menores, “repercutindo diferencialmente até na escala dos lugares” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 49).

Enquanto no capítulo anterior foram discutidas questões mais gerais que devem pontuar ações voltadas para conduzir a evolução sustentável do cenário socioeconômico e ambiental da BHRAM, este capítulo pretende demonstrar como deve caminhar o planejamento ambiental local, reconhecendo a necessidade dos conhecimentos que promovem uma visão integrada da BHRAM, mas alcançando um maior nível de detalhamento do jogo de relações socioambientais.

5.1 Aspectos históricos e socioeconômicos

Segundo informações do IBGE [entre 2000 e 2010], as primeiras entradas em terras do município de Grossos ocorreram por volta do ano de 1770. A

população, inicialmente, praticava a pesca e a agricultura. Nessa época as salinas também já começavam a se instalar na região.

O Sargento-Mor Antônio de Souza Machado, natural de Braga/Portugal, estabeleceu-se na localidade e implantou fazendas de criação de gado em sociedade com seu cunhado, José Alves de Oliveira. A parceria entre eles fez surgir as primeiras oficinas de carne de charque da região, as quais produziam e comercializavam para o Sul do país (IDEMA, [entre 2000 e 2010]). Em 1770, por influência do referido Sargento-Mor, criou-se um povoado denominado ilha do Capim Grosso, município de Aracati – CE.

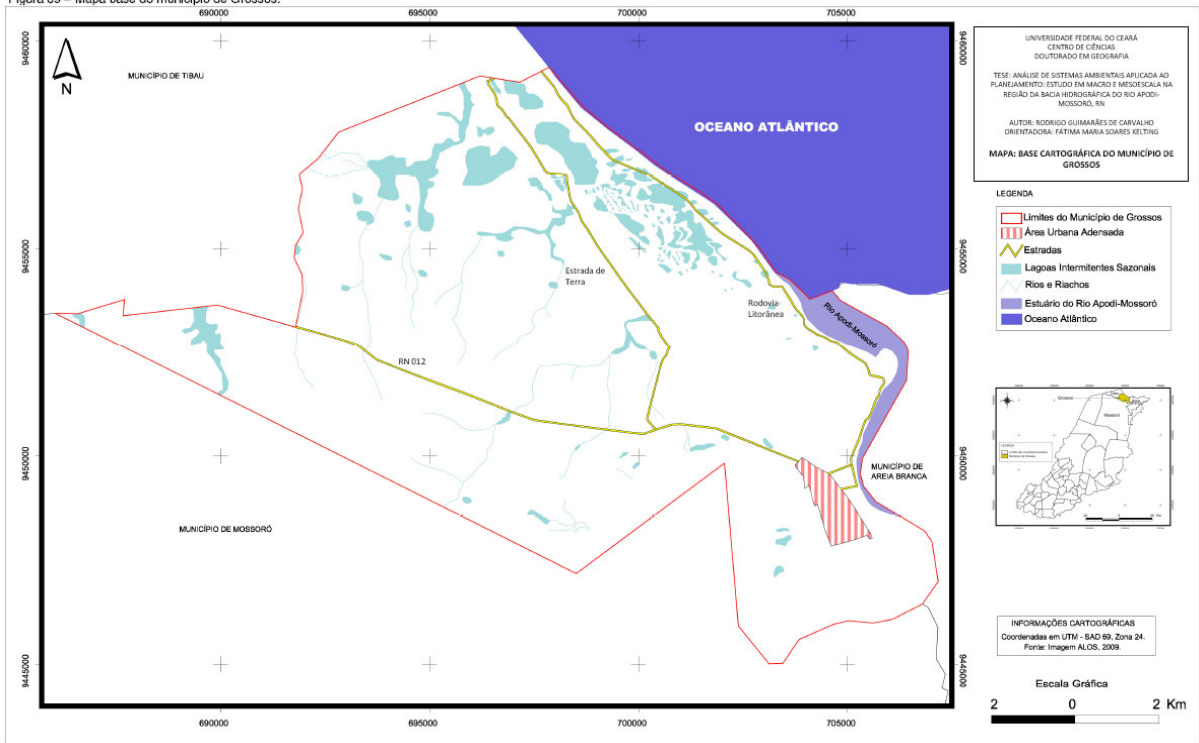
Posteriormente, o território de Grossos foi intensamente disputado em demorado conflito judicial pelos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará. A sua área era reivindicada pelo Ceará que chegou a transformá-la em vila. Começava então uma longa batalha política e jurídica com o RN, ambos lutando pela localidade (IDEMA, [entre 2000 e 2010]).

O jurista e Senador da República Rui Barbosa, apresentou defesa formal e o Rio Grande do Norte venceu a questão em 17 de julho de 1920, assumindo definitivamente os direitos sobre o território de Grossos (IDEMA, [entre 2000 e 2010]).

Em princípio, o município de Mossoró detinha os territórios dos atuais municípios de Areia Branca, Grossos e Tibau. O então distrito de Areia Branca foi elevado à categoria de vila pelo Decreto Estadual nº 10 de 16 de fevereiro de 1892, sendo desmembrado de Mossoró e integrando ao seu território os distritos de Grossos e Tibau. No dia 11 de dezembro de 1953, através da Lei Estadual nº 1.025, Grossos desmembrou-se de Areia Branca, tomando-se município do Rio Grande do Norte, e sendo constituído de 2 distritos: Grossos e Tibau (IBGE [entre 2000 e 2010]). A Lei Estadual n.º 6840, de 21 de dezembro de 1995, desmembra do município de Grossos o distrito de Tibau, elevando este último à categoria de município. Atualmente, o município de Grossos mantém seus limites territoriais conforme pode ser visualizado na Figura 39.

Apesar de se encontrar em estatísticas oficiais de órgãos, tais como o IBGE e o IDEMA, uma área territorial equivalente a 126 km² para o município de Grossos, quando se mensura a poligonal disponibilizada pela SEMARH em formato *shp.*, o resultado obtido equivale a uma área de aproximadamente 138 km², a qual será, então, utilizada como parâmetro para as análises desenvolvidas adiante.

Figura 39 – Mapa base do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Nos últimos dez anos, a população do município de Grossos passou de 8.249 para 9.393 habitantes, segundo o censo do IBGE de 2010. Um acréscimo de 1.144 habitantes, representando cerca de 14% de aumento. A densidade demográfica que era de aproximadamente 70 hab/km² em 2000, passou para 74 hab/km² em 2010. As populações urbanas e rurais cresceram, a primeira passando de 6.275 hab. (2000) para 7.039 hab. (2010) e a segunda passando de 1.974 hab. (2000) para 2.354 hab. (2010). Quanto ao gênero, a população é composta por 4.762 homens e por 4.631 mulheres. O município possui 3.247 domicílios particulares e 4 domicílios coletivos (IBGE, 2010).

Dados de 2008 do IBGE retratam a situação econômica de Grossos. A soma de tudo que foi produzido pelo município (PIB) chegou a R\$ 114.609.000,00 (cento e quatorze milhões, seiscentos e nove mil reais). Na Figura 40 pode ser visualizada a situação de Grossos, em relação aos outros municípios do RN, de acordo com a distribuição de classes de valores do PIB. Percebe-se que o município de Grossos, juntamente com outros municípios assentados sobre a chapada do Apodi (setor centro-norte da Região Oeste Potiguar), na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, possui o PIB mais elevado que os municípios que estão assentados no setor de geologia cristalina desta mesma bacia. Infere-se como fatores determinantes desta diferenciação: a extração de petróleo em terra, a indústria salineira, a fruticultura irrigada e a pecuária, os quais agregam valores financeiros significativos para a composição do PIB dos municípios da chapada do Apodi e do baixo curso da BHRAM.

O PIB *per capita* de Grossos ficou em R\$ 11.765,66. Como pode ser visualizado na Figura 41, este quesito, em termos de distribuição espacial na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, segue a mesma tendência do PIB, com um maior incremento nos municípios da chapada do Apodi e do baixo curso da bacia. De um modo geral, a economia do município gira em torno da extração de sal. Outras atividades importantes são a pesca, a agropecuária e a carcinicultura. Em levantamento realizado por FISHTEC (2002 apud NASCIMENTO, 2004), o setor salineiro emprega cerca de mil habitantes da cidade de Grossos. O beneficiamento do sal é realizado por 13 empresas com uma produção de até 300 mil toneladas de sal/ano.

Figura 31 – Produto Interno Bruto dos municípios do Rio Grande do Norte / 2008.

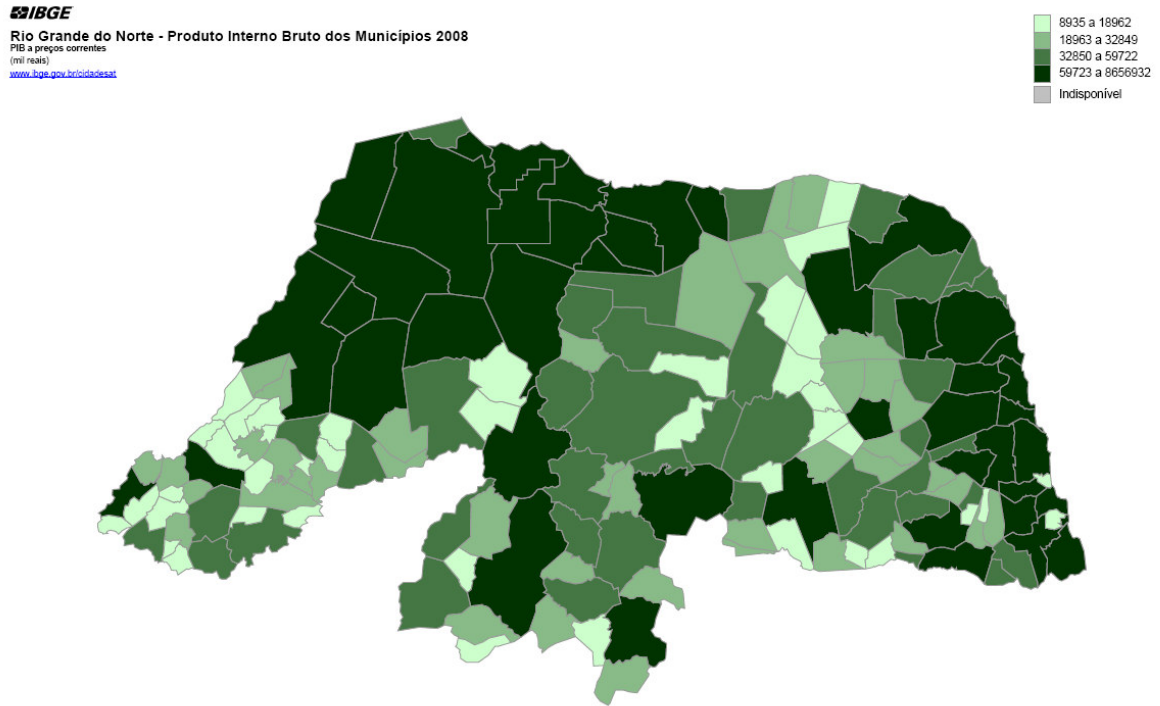
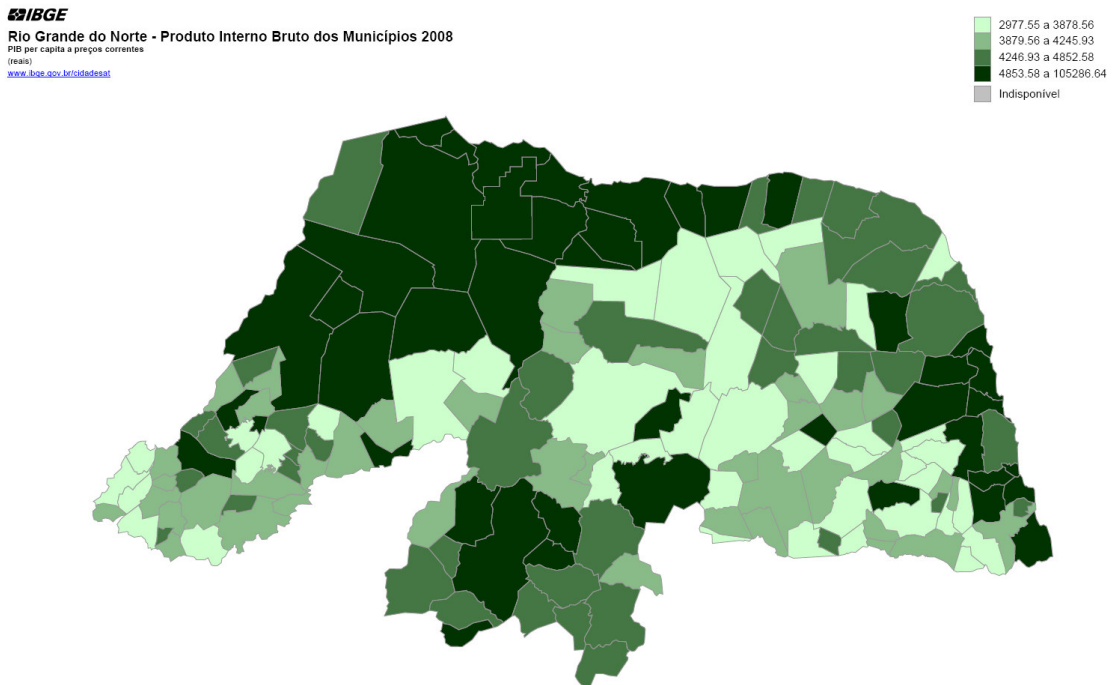



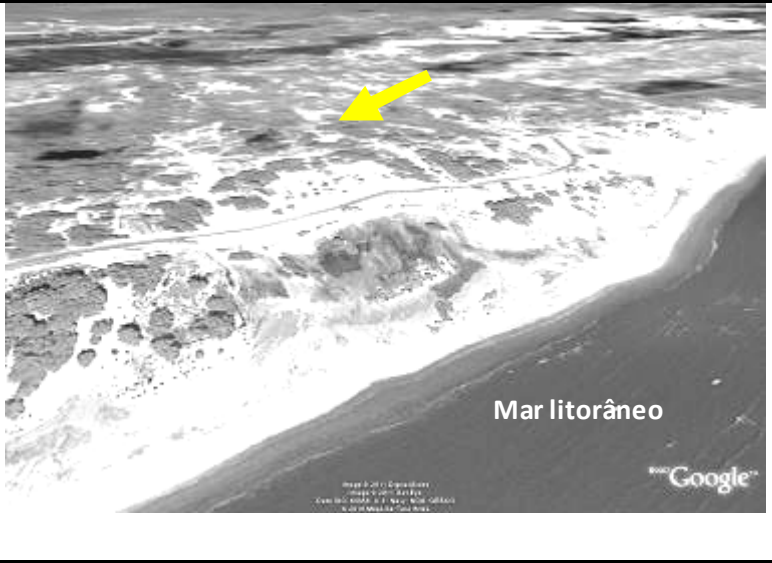
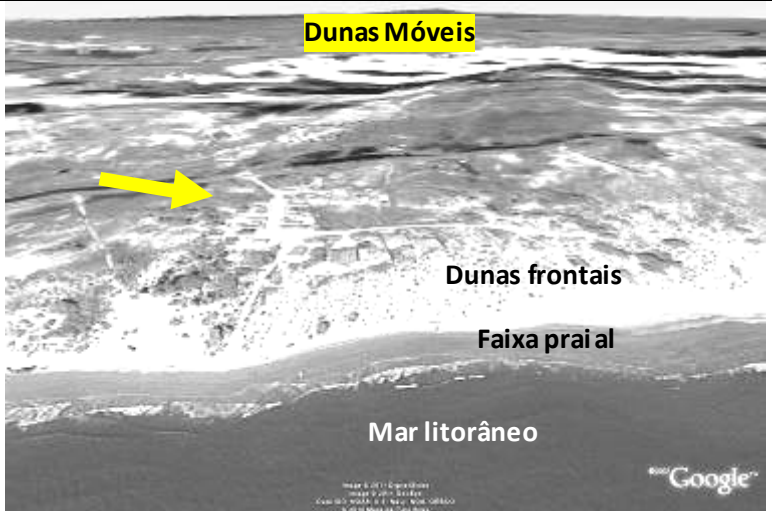

Figura 32 – Produto Interno Bruto Per Capita dos municípios do Rio Grande do Norte / 2008.

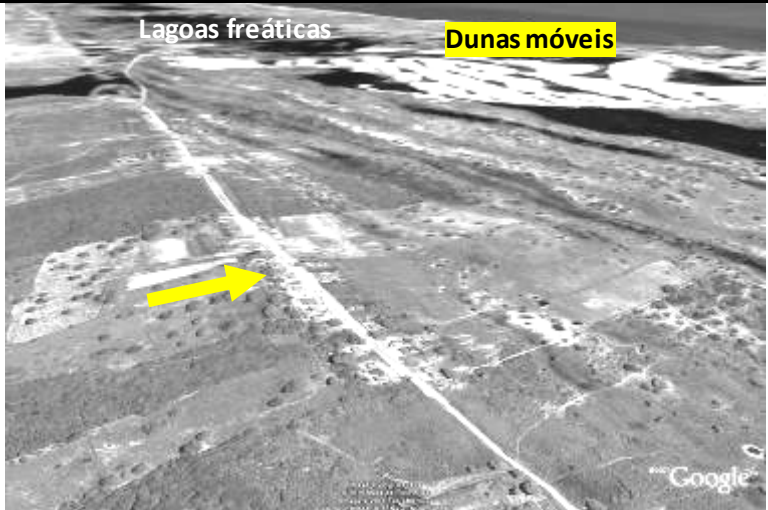


Nascimento (2004) elaborou um breve diagnóstico das comunidades existentes no município de Grossos, a partir da sistematização dos dados do relatório intitulado “*Caracterização Geral do Município de Grossos – RN: informações gerais e processos evolutivos*” elaborado por FISHTEC (2002), além de entrevistas e observações de campo. O autor expressa a existência de sete comunidades, além da sede municipal. Quatro delas estão em áreas litorâneas: Barra, Pernambuquinho, Alagamar e Areias Alvas, sendo que esta última, encontra-se um pouco mais afastada da faixa de praia. As comunidades de Córrego, Valença e Carro Quebrado estão localizadas mais no interior do município, no tabuleiro costeiro. Tendo como referência o trabalho de Nascimento (2004), o Quadro 13 contém uma caracterização geral dessas sete comunidades.

Quadro 13 – Caracterização das comunidades do município de Grossos/RN.
 Fonte dos dados: Nascimento (2004); FISHTEC (2002).

COMUNIDADES DE GROSSOS	IMAGENS DE SATELITE DAS COMUNIDADES
<p>Comunidade de Barra: Uma das mais antigas do município. Originou-se a partir da pecuária, sendo que as primeiras salinas na região datam de 1920. Na comunidade vivem cerca de 300 pessoas, 85 famílias, que mantêm suas atividades econômicas baseadas na pesca, nas salinas e o setor de serviços. A comunidade possui água encanada e coleta de lixo que é realizada uma vez por semana. Está assentada próxima a um remanescente de manguezal, na desembocadura do rio Apodi-Mossoró.</p> <p>* A seta indica a localização da comunidade.</p>	 <p>The satellite image shows a coastal landscape. On the left, there is a dark, textured area labeled 'Manguezal'. In the center, there is a large, light-colored area labeled 'Salinas'. On the right, there is a curved beach area labeled 'Mar litorâneo'. A yellow arrow points to a specific location within the 'Salinas' area, indicating the location of the Barra community. The Google logo is visible in the bottom right corner of the image.</p>

COMUNIDADES DE GROSSOS	IMAGENS DE SATÉLITE DAS COMUNIDADES
<p>Comunidade de Pernambuco: Originada por escravos pescadores. Estima-se que vivam na comunidade 500 pessoas, cerca de 120 famílias. Possui tradição pesqueira, estando a colônia de pescadores de Grossos, situada nesta comunidade, com 240 pescadores inscritos. Possui água encanada, coleta semanal de lixo e em cerca de 80% das casa há fossa séptica. Não existe praticamente atividade turística e são observados problemas relacionados ao avanço do nível do mar.</p> <p>* A seta indica a localização da comunidade.</p>	 <p>Mar litorâneo</p>
<p>Comunidade de Alagamar: Foi originada pelos escravos expulsos de Grossos e Mossoró. Figura como a menor comunidade litorânea com apenas 13 domicílios e 60 pessoas. A economia está baseada na pesca, nas salinas, no artesanato local de rendas e coleta de búzios. Não existe estrutura turística instalada. Não possui água encanada nem coleta de lixo. Este é queimado ou jogado em terrenos baldios.</p> <p>* A seta indica a localização da comunidade.</p>	 <p>Dunas Móveis</p> <p>Dunas frontais</p> <p>Faixa praial</p> <p>Mar litorâneo</p>
<p>Comunidade de Areias Alvas: É a maior comunidade, possuindo cerca de 600 habitantes. A economia está baseada na pesca, agricultura e criação de animais. Esta comunidade possui o segundo maior cajueiro do mundo, contudo, não conseguimos a confirmação formal desta informação. O acesso é feito por estrada com calçamento. A população dispõe de água encanada, mas não há coleta de lixo.</p> <p>* A seta indica a localização do cajueiro.</p>	

COMUNIDADES DE GROSSOS	IMAGENS DE SATÉLITE DAS COMUNIDADES
<p>Comunidade de Valença: Originada pela migração da população litorânea da antiga comunidade de Durinho que teve suas casas soterradas pelas dunas. Possui aproximadamente 400 pessoas que tem como base econômica a produção de sal e melão em Córrego e Pernambuco. Não há coleta de lixo, sendo o mesmo depositado em terrenos baldios ou queimado.</p> <p>* A seta indica a localização da comunidade.</p>	 <p>Lagoas freáticas</p> <p>Dunas móveis</p>
<p>Comunidade de Córrego: Economicamente, a comunidade está envolvida com as salinas artesanais, carcinicultura, apicultura e fruticultura irrigada, com água proveniente de poços para a produção de melancia e melão, tipo exportação. Vivem na área aproximadamente 150 famílias. Existe água encanada, escola de ensino fundamental, porém, não há coleta de lixo nem infraestrutura turística.</p> <p>* A seta mais a esquerda indica a localização da comunidade e a mais a direita salinas artesanais.</p>	
<p>Comunidade de Carro Quebrado: Possui cerca de 60 moradores e se originou de uma vila de trabalhadores das salinas. A comunidade dispõe de água encanada, mas falta a coleta sistemática de lixo, escola, posto de saúde e área de lazer. Está localizada bem próximo a sede do município.</p> <p>* A seta indica a localização da comunidade.</p>	

Fonte das Imagens: Google Earth (2011).

Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho

A Figura 42 representa, espacialmente, a localização e a área de influência⁸ das comunidades existentes no município de Grossos. As menores comunidades são as de Barra e Alagamar, próximas a faixa de praia e de Carro Quebrado, próxima a cidade de Grossos. As comunidades mais expressivas em dimensão territorial, com exceção da cidade de Grossos, são as de Pernambuquinho, Areias Alvas, Valença e Córrego.

5.2 Aspectos geoambientais locais

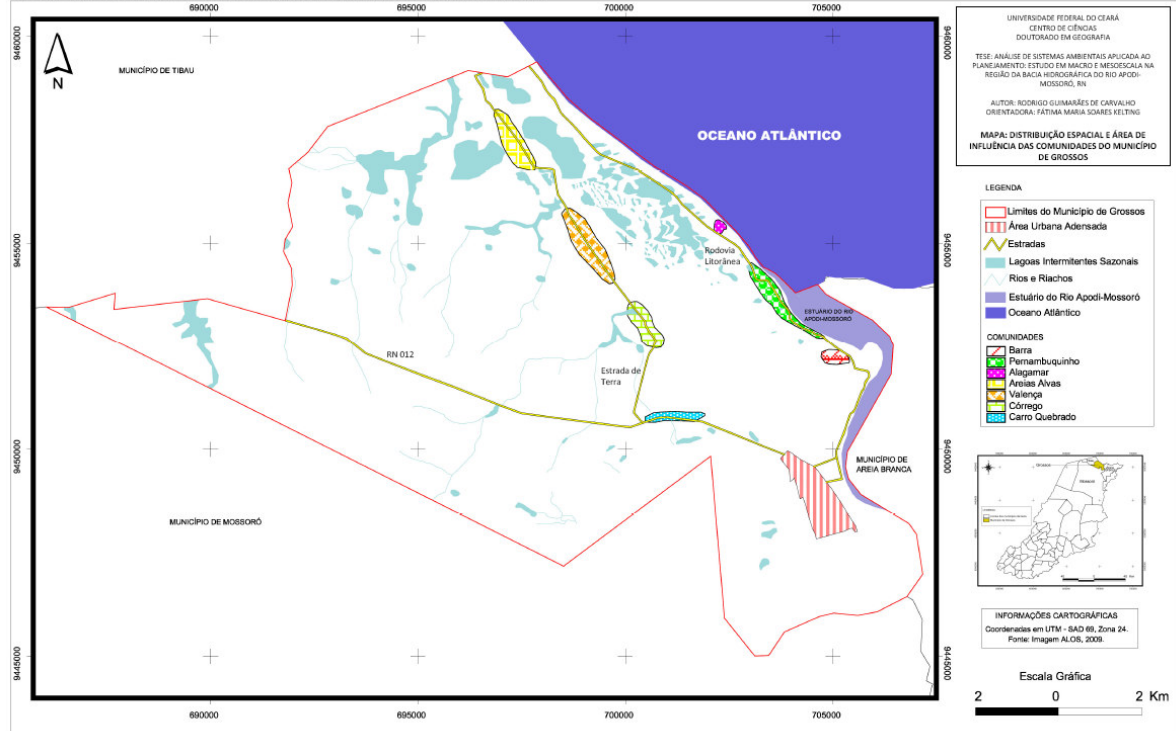
Em termos geoambientais é preciso destacar que o município de Grossos está situado em uma área litorânea. Essa informação se torna importante, pelo fato do litoral apresentar características geológicas próprias na configuração das paisagens, resultado da interface entre os oceanos, continentes e atmosfera (SILVA, 1998). Sobre os fatores que atuam para a dinamização dos processos geomorfogênicos que incidem no litoral, Silva (op cit.) destaca que:

[...] as correntes marinhas, as oscilações do nível do mar e das marés, a arrebatadação das vagas, a composição litológica, as feições do relevo, a hidrologia de superfície e a subterrânea, a ação de agentes climáticos, principalmente a do vento, levam à formação de paisagens com alta instabilidade ambiental. (SILVA, 1998, p. 30).

Com o intuito de compreender como se processa a dinâmica ambiental local, e, conseqüentemente, sugerir a implementação de medidas que proporcionem uma existência harmônica entre a sociedade alocada no município de Grossos e os recursos e serviços ambientais prestados pela natureza, iniciar-se-á a caracterização geoambiental do município pela descrição dos componentes físico-naturais, a saber: condições da litologia e do relevo, o clima e os recursos hídricos superficiais e sub-superficiais e os solos e a cobertura vegetal.

⁸ Áreas edificadas ou fortemente alteradas por ação antrópica verificadas por interpretação visual da imagem ALOS, 2009.

Figura 42 – Distribuição espacial e área de influência das comunidades do município de Grossos.



Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

A geologia do município é dominada por estruturas sedimentares. Essas estruturas resultaram de processos complexos em diferentes eras e períodos da história geológica da Terra, destacadamente o Quaternário. Cinco unidades geológicas afloram no município e foram mapeadas, conforme a Figura 43, compreendendo os Depósitos Litorâneos, Depósitos Flúvio-Marinhos, Depósitos Flúvio-Lacustres, Formação Barreiras e Formação Jandaíra.

A área do município é recoberta, predominantemente, pela Formação Barreiras, a qual ocupa uma área de aproximadamente 7.820 ha, equivalente a 57% do território municipal como pode-se observar na Tabela 4.

A unidade de menor expressão territorial são os Depósitos Flúvio-Lacustres, com apenas 228 ha, atingindo 1% da área total. Salienta-se que essa unidade foi mapeada em conformidade com a escala cartográfica adotada nesta etapa da pesquisa (1:40.000), na qual admite-se que, certamente, algumas áreas de depósitos fluviais recentes não puderam ser representadas no mapa, por suas pequenas dimensões territoriais.

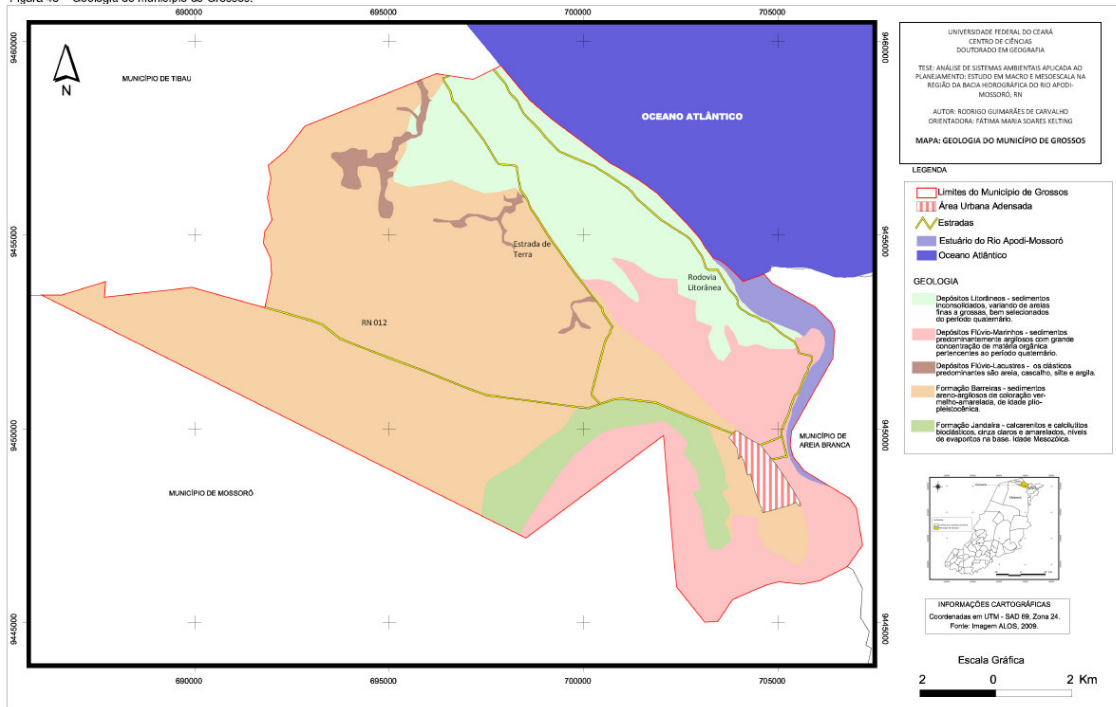
Tabela 4 – Unidades geológicas do município de Grossos em hectares e percentual.

Unidades geológicas	Area em Hectares	%
Depósito Litorâneo	2.330	17
Depósito Flúvio-Marinho	2.723	20
Depósito Flúvio-Lacustre	228	1
Formação Barreiras	7.820	57
Formação Jandaíra	741	5
TOTAL	13.842	100

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho

A geomorfologia do município encontra correspondência direta com a composição litológica. Cada tipo de depósito, em sua evolução e interação com outros componentes do meio, essencialmente os climáticos e marinhos, dão conformidade a tipologias próprias de relevo. Desse modo, destaca-se no Quadro 14 um paralelo entre a litologia e os domínios geomorfológicos correspondentes.

Figura 43 – Geologia do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 14 – Unidades geológicas do município de Grossos e domínios geomorfológicos.

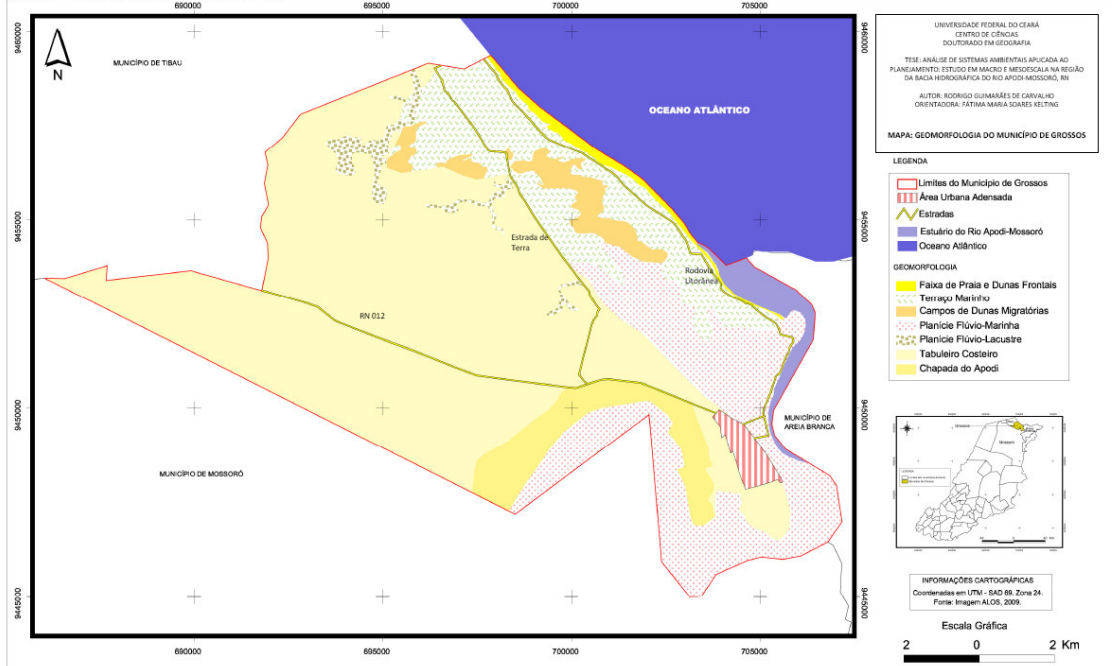
Unidades Geológicas	Domínios Geomorfológicos
Depósito Litorâneo	Planície Litorânea <u>Subcompartimentos:</u> - faixa de praia e dunas frontais; - terraço marinho; - campo de dunas.
Depósito Flúvio-Marinho	Planície Flúvio-Marinha
Depósito Flúvio-Lacustre	Planície Flúvio-Lacustre
Formação Barreiras	Tabuleiro Costeiro
Formação Jandara	Chapada do Apodi

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho

A planície litorânea representa a unidade de relevo morfologicamente mais diversificada. Dessa maneira, especificamente para essa unidade, será apresentado um mapeamento com maior nível de detalhe, realçando as áreas de faixa de praia e dunas frontais, terraço marinho e os campos de dunas e, ainda, apresentando um esboço de perfil granulométrico dos sedimentos dunares. A planície flúvio-marinha corresponde a um tipo de relevo formado a partir de processos costeiros complexos, com destaque para o papel da sedimentação fluvial e marinha. Apresenta morfologia suave, submetida à intensa e constante dinâmica de sedimentos. Já a planície flúvio-lacustre abrange uma área de sedimentação fluvial acoplada a uma pequena bacia de inundação sazonal. A sua evolução foi influenciada pelas variações relativas do nível do mar durante o Pleistoceno e Holoceno. Juntamente com as planícies fluviais, são intensamente utilizadas por disporem de água, embora que sazonalmente, e por terem solo de boa fertilidade para o cultivo agrícola.

O tabuleiro costeiro apresenta morfologia plana, sendo essa monotonia quebrada apenas pelos rios que o cortam, mas com baixa capacidade de entalhe. Já a chapada do Apodi, corresponde a um afloramento justificado pela erosão lateral da Formação Barreiras pela ação flúvio-marinha. Nesse ambiente geomorfológico, a morfogênese atuou, criando um rampeamento com caimento direcionado para o rio Apodi-Mossoró, e, condicionando uma pequena rede de drenagem intermitente nesse mesmo sentido (Figura 44).

Figura 44 – Geomorfologia do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

O clima característico do município de Grossos é o BSw'h', segundo a classificação climática de Köppen. Predominam altas temperaturas, conduzindo a um clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. A precipitação média anual fica em torno de 600 a 700 mm, como evidenciado no Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMARH, 1998), quando ele descreve que 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, onde descem a 600 mm. A temperatura média anual é de 27,3°C, com variação entre a máxima de 36,0°C e mínima de 21,0°C.

A hidrografia superficial possui baixa densidade de cursos d'água, sobretudo em função do clima semiárido, em conjunto com a alta permeabilidade dos terrenos sedimentares. A maior parte da drenagem percorre o tabuleiro costeiro no sentido SO-NE. Quando atingem as proximidades da planície litorânea, os terrenos mais rebaixados conduzem a extrapolação dos leitos, formando, com isso, pequenas lagoas intermitentes sazonais. Na planície litorânea predominam as lagoas intermitentes de origem freática. Praticamente em toda a área de deflação eólica e nas depressões interdunares, afloram uma infinidade de lagoas que aumentam consideravelmente sua lâmina d'água nos meses de maior pluviometria, chegando a um nível máximo. Posteriormente, com o cessamento das chuvas, elas retrocedem até secar completamente, deixando apenas o solo úmido, recoberto por vegetação herbácea adaptada. O rio Apodi-Mossoró, em sua área estuarina, define o limite leste do município, onde predominam atividades de pesca e, em especial a atividade salineira.

Em um trabalho inédito na região, pesquisadores da UERN e UFERSA monitoraram por um ano a qualidade da água do rio Apodi-Mossoró. A área do estuário apresentou resultados consideráveis nas concentrações de nitrato, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e bário (PETROBRAS, 2009). Apesar das condições naturais do estuário, que sofre influências das marés e da geologia local, possivelmente influenciando na concentração de alguns compostos, os pesquisadores consideraram que a concentração de nitrato está elevada para uma água salina (PETROBRAS, 2009).

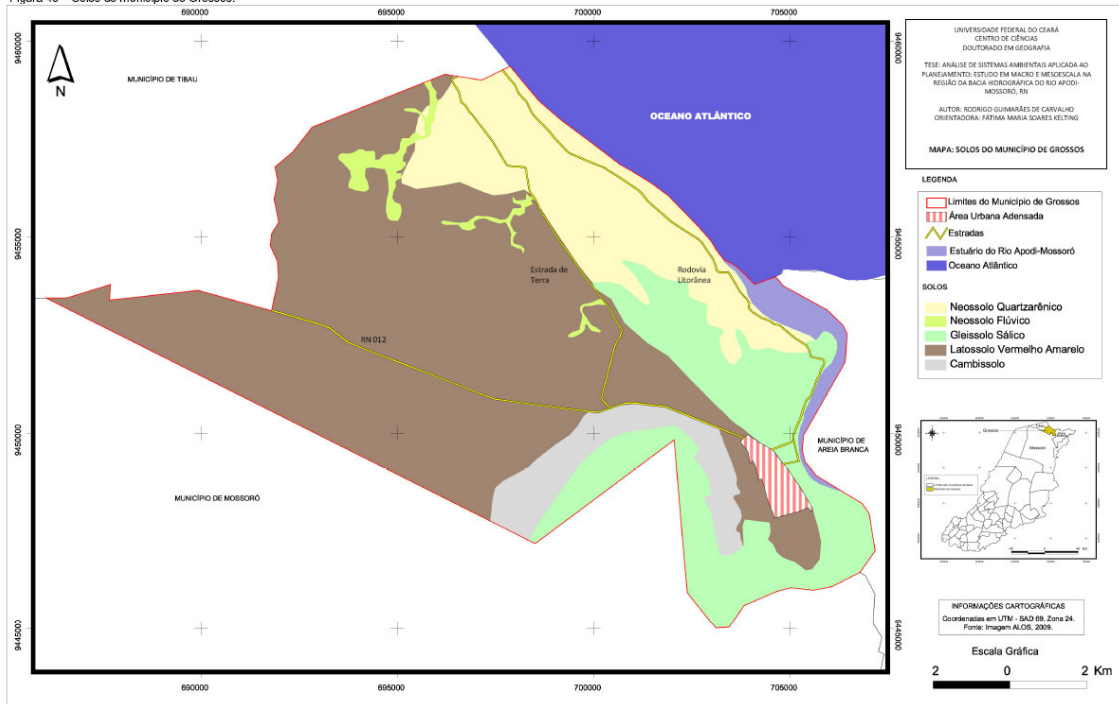
No que se refere ao potencial de águas subterrâneas do município de Grossos, cabe destacar os dois domínios hidrogeológicos existentes: o domínio hidrogeológico intersticial e o domínio hidrogeológico kárstico-fissural. O primeiro é composto por rochas sedimentares da Formação Barreiras, Depósitos Litorâneos, Flúvio-Lagunares e Aluvionares, enquanto que o segundo é constituído pelos calcários da Formação Jandaíra (CPRM, 2005). Uma pesquisa desenvolvida pela CPRM em 2005 investigou 47 poços tubulares na área do município. Deste total, 33 (70,20%) foram avaliados em testes de condutividade e, 31 apresentaram águas salobras ou salgadas.

Quanto ao uso da água desses poços, 13% dos pontos cadastrados são destinados ao consumo humano (para beber), 27% são utilizados no consumo humano para uso geral, 18% são para uso na agricultura, 5% para dessedentação animal e 37% para outros usos (CPRM, 2005). Os resultados apontam a necessidade de instalação de dessalinizadores para melhorar a qualidade da água consumida pela população, sobretudo nos poços comunitários.

A alta salinidade verificada nas águas subterrâneas do município de Grossos pode ser justificada por uma penetração natural da cunha salina, ou pela influência da atividade salineira na região, sendo necessário um estudo mais acurado para dirimir essa questão.

Os solos existentes no município de Grossos também têm forte relação com os componentes geológico-geomorfológicos. Na planície litorânea predominam os Neossolos Quartzarênicos. Na planície flúvio-marinha ocorre, marcadamente, os Gleissolos. Nas planícies flúvio-lacustre e fluviais predominam os Neossolos Flúvicos e no tabuleiro costeiro, ocorrem os Latossolos Vermelho Amarelo (Figura 45).

Figura 45 – Solos do município de Grossos.



Em termos de aproveitamento para a agricultura, os mais recomendados nesse caso, são os Neossolos Flúvicos, desde que sejam respeitados os limites das APPs e controlado o uso de agrotóxicos, uma vez que eles têm um alto poder de contaminação da água e do solo, e os Latossolos, que, mesmo com uma fertilidade inferior, têm grande potencial se manejados adequadamente. Nesse último caso, tanto o relevo, como a grande área de abrangência no município de Grossos, são fatores favoráveis a sua utilização para agricultura.

Ainda sobre o Latossolo Vermelho Amarelo, é citado em IDEMA [entre 2000 e 2010] que eles poderiam ser intensamente aproveitados para agricultura desde que fosse resolvido o problema da falta d'água, que é um fator limitante muito forte. Isso em virtude do longo período de estiagem, da grande evaporação e da intensa perda por infiltração. A maior parte da área apresenta aptidão restrita para lavouras e culturas de ciclo longo como algodão arbóreo, sisal, caju e coco. O manejo admite variados níveis tecnológicos, podendo as práticas agrícolas estar condicionadas tanto ao trabalho braçal e a tração animal, com implementos agrícolas simples, como a motomecanização (IDEMA, [entre 2000 e 2010]).

Já nos terrenos da Formação Jandaíra, na chapada do Apodi, ocorrem os Cambissolos. Vale salientar que, no município de Grossos, o afloramento da Formação Jandaíra está submetido a uma declividade acentuada no sentido NO-SE, o que pode interferir no desenvolvimento deste tipo de solo. Nesse caso, a determinação exata da classe de solo necessitaria de um estudo mais detalhado de campo. Portanto, a identificação da área como de Cambissolos se refere a uma maior probabilidade de ocorrência deste, tendo em vista que este solo predomina praticamente em toda a chapada do Apodi.

A distribuição da vegetação no município de Grossos está condicionada por fatores naturais, referentes ao fluxo de energia e à matéria, e, também, aos fatores de intervenção antrópica. Iniciando na faixa de berma e primeiras dunas frontais, encontram-se espécimes da vegetação pioneira psamófila, amplamente consorciada com algarobas (*Prosopis juliflora*),

plantadas com a finalidade de reter o avanço dos sedimentos sobre as comunidades litorâneas (Figura 46).

Figura 33 – Algarobas na faixa de berma e dunas frontais próximo a comunidade de Pernambucozinho, Grossos, RN, em janeiro de 2011.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

Outra espécie bastante presente na planície litorânea é o coqueiro (*Cocos nucifera*). Ela se distribui por toda a área do terraço marinho, com um maior adensamento próximo a comunidade de Areias Alvas e Valença. O coqueiro gigante foi introduzido pela primeira vez no Brasil em 1553, no estado da Bahia, procedente das ilhas de Cabo Verde. A sua origem é bastante discutida, mas a hipótese mais aceita é que ele seja original da Índia. Uma vez introduzido no Brasil, se dispersou por praticamente todo litoral. Possui grande importância econômica, sendo utilizado na produção de óleo, como subsistência para pequenos agricultores, na produção de bebidas e alimento para os animais (SIQUEIRA; ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

Nos setores de terraço marinho e depressões interdunares verificou-se a presença de vegetação herbácea, sobretudo nos setores que resguardam alguma umidade no solo (Figuras 47 e 48). Por vezes, elas apresentam-se consorciadas a algarobas (Figura 49).

Figura 34 – Vegetação herbácea no setor de depressão interdunar, Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

Figura 35 – Busca de materiais arqueológicos no setor de depressão interdunar, Grossos, RN.



Fonte: Samuel Rodrigues, 2011.

Figura 36 – Algarobas no terraço marinho do município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

Em alguns setores da planície de deflação eólica, ainda podem ser encontrados remanescentes de carnaúba (*Copernicia prunifera*). Existe uma pequena concentração próxima a comunidade de Valença (Figura 50).

Na planície flúvio-marinha ocorre a presença de remanescentes de vegetação de mangue. Eles vêm sendo, ao longo do tempo, devastados pelas atividades das salinas, as quais atuam no estado do Rio Grande do Norte desde o século XVIII. A maior área remanescente está alocada na desembocadura do rio Apodi-Mossoró, na margem esquerda, próximo a comunidade de Barra. A partir desse remanescente principal, o mangue se estende rio acima, sempre bordejando a área de salinas. É uma estreita faixa de vegetação de mangue, apresentando processos de degradação nítidos como o acúmulo de lixo proveniente da área urbana e dos estabelecimentos comerciais que funcionam próximos ao mangue.

Figura 37 – Remanescentes de carnaúba no segundo plano, próximos a comunidade de Valença, município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

No setor do tabuleiro costeiro, predomina a vegetação típica de caatinga hiperxerófila arbustiva. Constitui-se numa vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), mufumbo (*Cobretum leprosum*), faveleiro (*Cnidoscolus*

phyllacanthus), marmeleiro (*Croton hemiargyreus*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) (IDEMA, [entre 2000 e 2010]).

Os dados sobre o monitoramento do bioma caatinga (MMA, 2010) revelam que o município de Grossos, até 2008, possuía cerca de 36,62% de áreas desmatadas no domínio da vegetação de caatinga. De um modo geral, observa-se, por meio de interpretação visual da imagem de satélite ALOS de 2009, um bom índice de acerto no traçado das poligonais de desmatamento executado nessa pesquisa. Constata-se apenas que, foram delimitadas poligonais em áreas de salinas, onde, anteriormente existiam espécies do manguezal. Contudo, em razão, especialmente das condições climáticas semiáridas, em muitos manguezais do setor setentrional do litoral do RN ocorrem vestígios de vegetação de caatinga, como os encontrados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, município de Macau. O maior nível de desmatamentos ocorre no tabuleiro costeiro, vinculado a maior concentração de atividades agropecuárias.

5.2.1 Dinâmica geoambiental

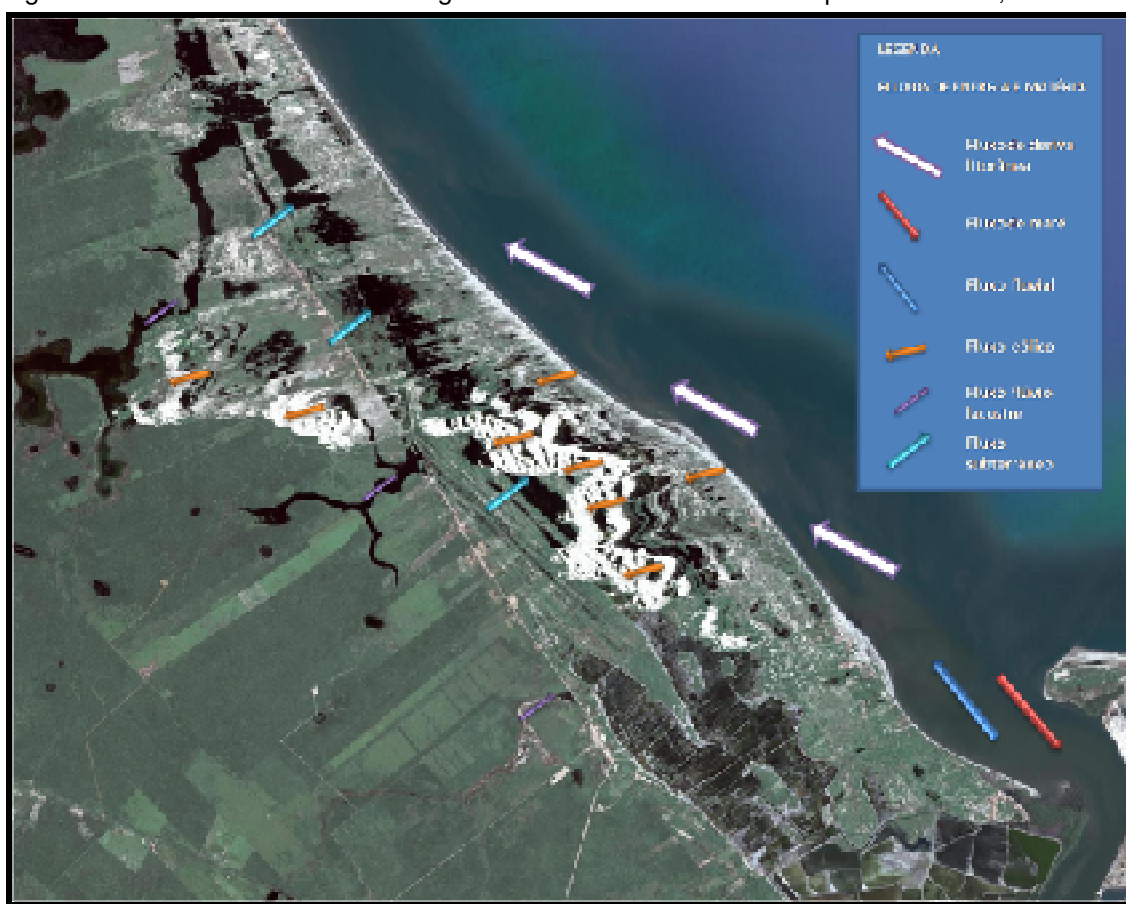
A compreensão da dinâmica geoambiental atual no município de Grossos incorpora, como requisito inicial, a caracterização das principais unidades morfológicas existentes, assim como, as conformações litológicas, os tipos de solo e o revestimento vegetal. Dependendo de como estejam agrupados estes componentes, os mesmos se apresentarão mais ou menos susceptíveis a ação dos processos modeladores do litoral.

Os processos ora mencionados estão ligados a uma conjuntura de fatores, com destaque para: a ação das ondas, correntes e marés; transporte fluvial; ação eólica; ação pluvial e força gravitacional. Silva (1998) comenta que o intenso fluxo de matéria e energia nos ambientes costeiros leva a gênese de processos que resultam na constituição de paisagens com uma intensa dinâmica espaço-temporal. Em estudo sobre a planície costeira do estado do Ceará, Meireles, Silva e Thiers (2006) evidenciaram seis tipos de fluxos de energia, quais sejam: o processo gravitacional, a deriva litorânea, o transporte eólico, o sistema estuarino, o fluxo flúvio-lagunar e as águas subterrâneas. No

estudo desses fenômenos, cabe inicialmente uma apreciação do espaço geográfico em análise com o intuito de evidenciar uma modelagem a partir da interpretação de indicadores morfológicos locais.

Assim sendo, considerando-se os processos que atuam e dão sentido a dinâmica geoambiental no município de Grossos, iniciar-se-á a discussão, apresentando um modelo simplificado de fluxos de energia e matéria nos sistemas litorâneos do município mencionado (Figura 51).

Figura 38 - Modelo de fluxos de energia e matéria no litoral do município de Grossos, RN.



Fonte da imagem: Google Earth. Elaboração: Rodrigo G. de Carvalho.

A planície litorânea do município de Grossos é constituída por subcompartimentos morfológicos que funcionam como importantes indicadores da evolução da linha de costa, sobretudo dos períodos Pleistoceno/Holoceno aos dias atuais. Compreender o funcionamento dessa paisagem significa, também, uma apreciação sobre seu comportamento futuro, o que pode servir

como subsídio para que se tenha um uso planejado e sustentável dessas áreas.

A faixa de praia e as dunas frontais são as áreas mais instáveis da planície litorânea, e são influenciadas diretamente pelo estuário do rio Apodi-Mossoró quanto à disponibilização de sedimentos. As correntes de deriva litorânea que atuam no sentido de leste para oeste (VITAL, 2006, p. 163) transportam esses sedimentos e os redistribuem nas faixas de praia adjacentes. Contudo, essas mesmas correntes também podem atuar na abrasão e na erosão das costas dependendo do balanço sedimentar regional e local. Em entrevistas informais com habitantes que já moram há alguns anos próximo a praia, após a comunidade de Alagamar, no sentido de leste para oeste, observou-se um discurso homogêneo sobre o perceptível avanço do nível do mar nos últimos anos. Essa informação foi corroborada na pesquisa de campo, visto que em todo o percurso da faixa de praia constatou-se evidências de erosão (Figura 52).

Figura 39 – Evidências de erosão na faixa de praia do município de Grossos.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

As dunas frontais se formam após a faixa de bema. Conforme Rabêlo e Brito (2004, p. 01), “a sua gênese e evolução estão ligadas a existência de transporte eólico, da praia para o interior do continente, e à capacidade de retenção de areia por parte da vegetação costeira, que vai

aprisionar o sedimento, dando assim origem a formação de dunas”. Segundo Hesp (2002) elas também recebem outras denominações, tais como: dunas embrionárias (*embryo dunes*), cristas de retenção (*retention ridges*), cristas de praia (*beach ridges*), cordões de dunas paralelas (*parallel dune ridges*) e dunas transversais (*transverse dunes*). Observa-se em uma grande parte da faixa de praia de Grossos, conjuntos de dunas frontais junto a uma disseminação importante de algarobas (Figura 53), que, como citado anteriormente, tem como intuito principal minimizar os problemas causados pela migração dos sedimentos continente adentro, mobilizados pelo intenso regime de ventos. Outros tipos de intervenção também foram constatados como, por exemplo, a fixação de palhas de coqueiros e a construção de pequenos muros de contenção.

Figura 40 – Dunas frontais com a presença de algarobas próximo a comunidade de Pernambuquinho, município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

Apesar das intervenções e tentativas de controle da migração dos sedimentos, vários pontos da rodovia litorânea, assim como casas, mesmo as que estão afastadas até 200 metros da linha de preamar, tem sido constantemente soterradas, sendo necessárias, dessa forma, ações constantes do poder público por meio do uso de tratores para a retirada da areia (Figura 54).

Figura 41 – Avanço dos sedimentos arenosos provenientes da faixa de praia sobre a rodovia litorânea, próximo a comunidade de Pernambucozinho, município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

O terraço marinho compreende uma superfície horizontal modelada por erosão marinha, associada aos períodos de regressão e transgressão marinha que ocorreram durante o Pleistoceno e o Holoceno. Em Grossos, esta superfície se estende desde o pós-praia até o contato com o tabuleiro costeiro (Formação Barreiras), formando uma ampla planície com uma média de 2.000 metros de largura, chegando em algumas áreas a 4.000 metros. Tem altitude variando de 0 a 1 metro em relação ao nível do mar. Em alguns setores encontram-se evidenciadas superfícies de deflação eólica ativas, responsáveis por manter a alimentação dos campos de dunas por sedimentos provenientes da faixa de praia. Em toda a superfície do terraço marinho afloram inúmeras lagoas freáticas, resultado do acúmulo de água nos períodos de maior pluviometria, combinado com a alta permeabilidade e baixa altitude.

Os campos de dunas apresentam sequências de “cadeias barcanóides” (SÍGOLO, 2000, p. 258). São similares as dunas barcanas, diferindo-se apenas por ocorrerem unidas. Elas assumem forma de meia lua com suas extremidades postas a sotavento. São observadas três unidades de concentração de dunas. A primeira, inicia-se a cerca de 700 m do nível do mar atual e se estende até aproximadamente 2.000 m, possuindo cerca de 307

hectares (Figura 55) e representando uma geração de dunas de origem mais recente.

Figura 42 – Cadeia de dunas barcanóides próximo a comunidade de Areias Alvas, município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

O segundo e o terceiro campo de dunas estão mais afastados da linha de costa atual, respectivamente a 2.500 e a 3.500 metros. O segundo ainda conserva a estrutura barcanóide, porém o terceiro já apresenta um abatimento da morfologia dunar. Poucas áreas possuem alguma estrutura vegetal consistente que seja capaz de reter a evolução das dunas migratórias.

De um modo geral, as atividades de campo permitiram identificar que o material sedimentar presente nos campos de dunas possui calibre de areias finas. Esse fato pode explicar, junto à ação do vento e o regime pluviométrico escasso, a rápida migração dessas morfologias no sentido NE-SO. Vários problemas relacionados a dinâmica de sedimentos foram constatados como, por exemplo, o soterramento de casas, propriedades, tanques de salinas e estradas. Uma comunidade inteira, conhecida como “Durinho”, foi obrigada a migrar em virtude do avanço das dunas sobre as casas, dando, assim, origem a atual comunidade de Valença.

Para detalhar mais a caracterização da dinâmica do campo de dunas e possibilitar uma melhor interpretação da evolução morfológica do

ambiente costeiro, foi realizado um breve perfil sedimentológico da planície litorânea. Os pontos de coletas foram distribuídos conforme a Figura 56. Os resultados apontam para a existência de material arenoso. No ponto 01 a textura é de areia muito fina. Nos pontos 02, 03 e 04 a textura é de areia fina. Todas as amostras apresentaram material bem selecionado.

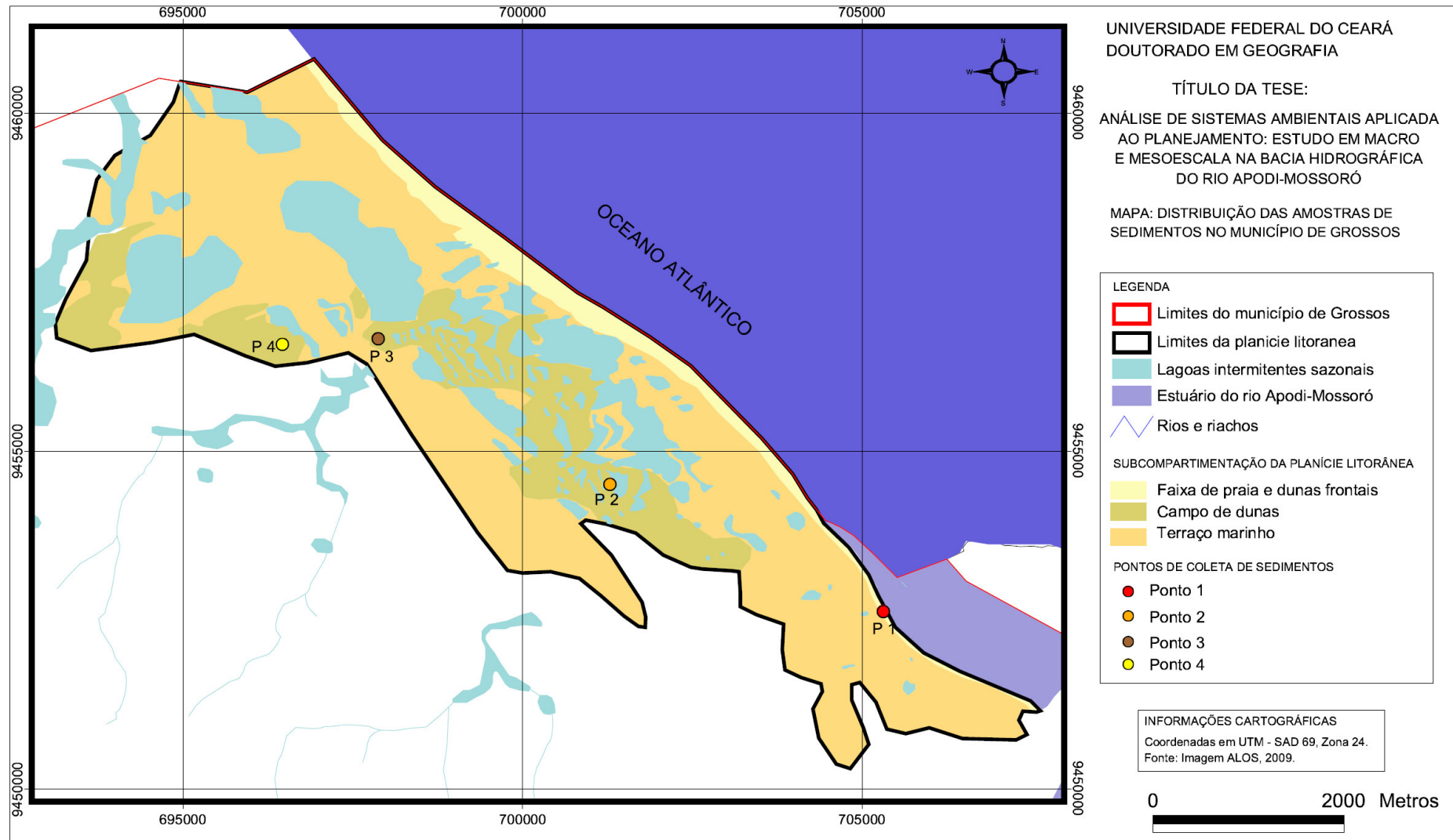
De um modo geral, verifica-se que a matriz de sedimentos que alimentou a formação dos campos dunares do município de Grossos tem uma relação estreita com a desembocadura do rio Apodi-Mossoró. A homogeneidade na textura dos sedimentos encontrados, entre as amostras, suscita que os campos de dunas se formaram em diferentes condições de linha de costa, constituindo-se em indicadores morfológicos dos níveis pretéritos do mar e apontando a existência de pelo menos 3 gerações de dunas. Os detalhes estatísticos das análises granulométricas podem ser visualizados na Tabela 05 e no layout do programa na Figura 57.

O regime dinâmico do estuário está condicionado a fenômenos naturais como a oscilação das marés e a intensidade do regime pluviométrico na bacia de drenagem. Evidentemente, ações humanas, tais como os grandes barramentos e o bombeamento de água, tendem a alterar significativamente o sentido natural da dinâmica ambiental. As marés oscilam quatro vezes no intervalo de 24 horas, apresentando duas marés baixas e duas altas. Mensalmente, há flutuações em suas oscilações, conforme as fases da lua, ocasionando marés vivas e mortas (SILVA, 1998).

Devido à sedimentação do rio, entre outros complexos fatores tectônicos, há uma ampla zona de estirâncio na planície litorânea de Grossos. Os fluxos, condicionados pela dinâmica da maré, são direcionados na maré baixa pela imposição do regime fluvial, no sentido continente – oceano. Na subida da maré ocorre a inversão e a maré se sobrepõe ao regime fluvial, havendo o deslocamento das correntes no sentido oceano – continente. Em entrevistas informais com pescadores e funcionários das salinas, observou-se uma preocupação com o nível de assoreamento do estuário, o qual chegou a provocar encalhes das barcaças⁹ que transportam o sal até o porto-ilha.

⁹ Nome dado aos barcos especializados no transporte do sal até o Porto Ilha de Areia Branca.

Figura 43 – Distribuição dos pontos de coleta de sedimentos na planície litorânea do município de Grossos, RN.



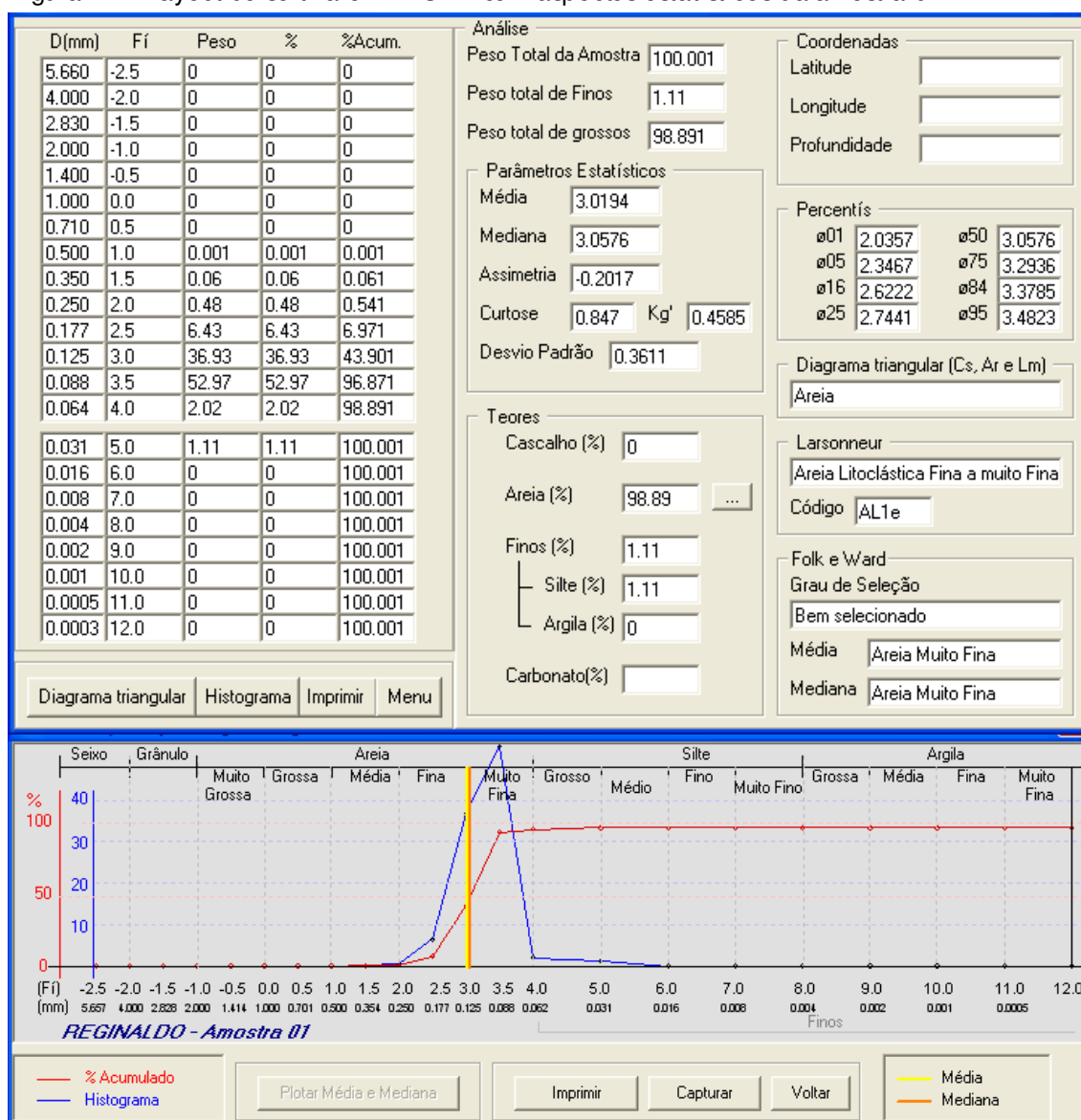
Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Tabela 5 – Aspectos estatísticos das amostras de sedimentos da planície litorânea do município de Grossos, RN – 2010.

AMOSTRA	Assimetria		Curtose		Desvio Padrão	
Amostra 01	-0.2017	Assimetria negativa	0.8470	Platicúrtica	0.3611	Bem selecionado
Amostra 02	-0.1058	Assimetria negativa	0.9534	Mesocúrtica	0.4684	Bem selecionado
Amostra 03	-0.0457	Aproximadamente simétrica	0.8944	Mesocúrtica	0.3773	Bem selecionado
Amostra 04	0.0347	Aproximadamente simétrica	1.0182	Mesocúrtica	0.4017	Bem selecionado

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Figura 44 – Layout do software ANASED com aspectos estatísticos da amostra 01.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

O fluxo das barcaças, que há alguns anos era contínuo durante o dia, ocorre agora apenas em períodos de maré alta em virtude do estreitamento e assoreamento do canal principal. Além das atividades socioeconômicas, o fluxo de energia e matéria no sistema estuarino é responsável pela manutenção do ecossistema manguezal. No município de Grossos está uma das maiores áreas remanescentes desse ecossistema, próximo a comunidade de Barra.

No tabuleiro costeiro a dinâmica ambiental acontece de forma menos intensa. O significado dessa condição se resume em uma maior estabilidade da paisagem. O relevo aplainado, com suave rampeamento em direção ao litoral, diminui a intensidade dos processos de transporte superficial. Os fluxos de energia e matéria acontecem, porém com menos competência de transformação significativa da paisagem em um curto período de tempo, se comparados a planície litorânea e flúvio-marinha. A principal ação processual está relacionada ao regime pluvial, que determina o aumento da competência das águas superficiais no transporte de sedimentos e nutrientes. A erosão laminar é significativa nos primeiros eventos pluviométricos da estação chuvosa, quando a caatinga ainda está com baixa densidade de folhagens, todavia, a infiltração é favorecida pela alta permeabilidade do terreno e pelas condições planas do relevo, condicionando o aparecimento de lagoas intermitentes sazonais. Essa mesma infiltração também repercute na lixiviação dos latossolos presentes no tabuleiro costeiro.

5.3 Condições gerais de uso e ocupação do solo

Uma vez que a análise geoecológica visa subsidiar o zoneamento ambiental, conhecer a concepção geográfica de uso e ocupação do território é uma das etapas mais importantes para uma interpretação consistente da possibilidade de estabelecimento de zonas com níveis diferentes de restrições/permisões às atividades humanas. Nesse sentido, como forma de organizar a disposição e a análise dos dados, esta parte do trabalho foi subdividida em quatro subtópicos. Na sequência serão abordadas as atividades humanas ligadas a terra, ao mar, os aspectos gerais da gestão e ordenamento

territorial e ambiental emanado pelo poder público municipal e, finalmente, a cartografia do uso e ocupação do solo no município de Grossos.

5.3.1 Atividades humanas ligadas a terra

A faixa de praia e dunas frontais apresenta um uso direcionado para a subsistência das comunidades da Barra, Pernambuco e Alagamar, concentrando atividades de extrativismo e pesca artesanal. Constata-se, também, a criação de pequenos rebanhos de caprinos e bovinos, utilizando como área de pastagem setores do terraço marinho. O turismo é praticamente inexistente nessa área. A construção de estruturas de quiosques próximos a comunidade de Pernambuco (Figura 58) indica a tentativa de dinamizar a atividade na região, porém eles encontram-se abandonados, estando sujeitos a soterramentos pela migração dos sedimentos da faixa de praia.

Próximo a comunidade de Barra e Pernambuco, nas adjacências da desembocadura do rio Apodi-Mossoró, estão em franca expansão atividades esportivas náuticas a vela, especialmente o *windsurf* e o *kitesurf*. Destaca-se que no estado vizinho do Ceará, a prática do *kitesurf* tem dinamizado a economia de diversas localidades litorâneas como, por exemplo, a praia da Taíba no município de São Gonçalo do Amarante. Os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte são considerados como os melhores do mundo para a prática desses esportes em função do regime constante de ventos. Essa atividade, junto a outras potencialidades turísticas peculiares do Nordeste brasileiro, pode contribuir para atrair turistas nacionais e, especialmente, os estrangeiros. Essa pode ser considerada uma boa notícia, na medida em que, haja um planejamento e acompanhamento do processo de ocupação e desenvolvimento das comunidades litorâneas. Caso não haja um planejamento e não seja feita uma preparação da população local, podem advir muitas mazelas como os conflitos por terra, a prostituição e a exploração sexual de menores, a disseminação do uso de drogas, a degradação ambiental, entre outras.

Figura 45 – Vista dos quiosques abandonados próximo a comunidade de Pernambuquinho, município de Grossos, RN.



Fonte: Rodrigo G. de Carvalho, 2011.

O complexo natural que envolve o terraço marinho e os campos de dunas apresenta diversas potencialidades para a conservação. Foi identificada uma grande diversidade de lagoas freáticas sazonais e observadas concentrações de materiais arqueológicos provenientes de populações humanas pré-históricas que habitaram a região litorânea. Junto a isso, há os diversos serviços ambientais prestados pelos campos de dunas, merecendo destaque em Grossos o seu funcionamento como zona de recarga do lençol freático. O uso dessas áreas tem sido voltado para pequenas atividades agrícolas e, de forma extensiva, para a pecuária de rebanhos bovinos e caprinos (Tabela 6).

Tabela 6 – Números do rebanho do município de Grossos - 2009.

Rebanhos	Quantidade
Bovinos	1.350
Suínos	583
Eqüinos	169
Asininos	353
Muares	251
Ovinos	2.173
Caprinos	3.317
Galos, Frangos e Pintos	2.364
Galinhas	1.905
Vacas ordenhadas	150

Fonte: IBGE (2010)

O tabuleiro costeiro assume grande importância para o município de Grossos, por concentrar a maior parte das atividades agrícolas. Segundo dados do IBGE, em 2003, o município possuía 1.720 hectares de área colhida e produziu 2.886 toneladas de alimento.

Conforme a Tabela 7, a seguir apresentada, a cultura que demandou mais área foi o milho com 860 ha e a que gerou maior biomassa foi o melão com 1.120 toneladas.

Tabela 7 - Área colhida e quantidade produzida dos principais produtos agrícolas – 2003.

Produto	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (t)
Algodão herbáceo	90	54
Banana	16	299
Feijão	620	299
Melancia	4	140
Melão	40	1.120
Milho	860	669
Castanha de Caju	10	3
Coco-da-baía	10	43
Sorgo granífero	70	259

Fonte: IDEMA (2005)

Outros produtos silvícolas explorados são a cera de carnaúba e o carvão vegetal, cada um com uma produção de 1 tonelada no ano de 2003 (IDEMA, 2005). A produção de mel de abelha também deve ser destacada, tendo tido uma produção total de 7.325 Kg segundo o IBGE (2010).

Todas essas atividades contribuem para dinamizar a economia local, porém, também intensificam o uso do solo, demandando cada vez mais terras em detrimento da vegetação da caatinga. Dado o cenário geral de desmatamento no Nordeste e, especificamente, na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, esse é um fator que deve ser considerado no planejamento e zoneamento ambiental do município de Grossos.

A área da cidade de Grossos concentra as atividades comerciais e de serviços. Está posicionada na forma de uma verdadeira península cercada por tanques evaporadores e cristalizadores de sal. Essa situação geográfica impele a um rigoroso planejamento urbano, tendo em vista as escassas áreas para expansão (Figura 59).

Figura 46 – Vista em perspectiva da situação geográfica da área urbana do município de Grossos. Em amarelo tracejado a área urbana atual e em vermelho tracejado os limites da península envolvida pela atividade salineira.



Fonte da imagem: Google Earth (2011).

5.3.2 Atividades humanas ligadas ao mar

Em termos cronológicos há a pesca artesanal, incluindo aí a coleta de mariscos, como atividade mais antiga realizada na região do município de Grossos. Posteriormente as salinas se instalaram e expandiram-se de modo a imprimir uma nova identidade ao referido município. Nesse contexto, atualmente, é inegável a importância das salinas para a manutenção da dinâmica socioeconômica local.

Grupos de pescadores ainda praticam a atividade de pesca, embora durante as entrevistas tenha sido notório que é mais rentável o trabalho nas salinas. Contudo, é preciso destacar que esse trabalho é sazonal, visto que a atividade salineira tem enorme declínio produtivo no período que vai de janeiro a maio, meses nos quais se concentra a maior parte das chuvas que ocorrem no ano.

A produção anual de pescado pode ser vista na Tabela 8. Boa parte da produção advém das comunidades de Barra, Pernambucozinho e Alagamar.

O pescado é comercializado por meio de atravessadores, o que diminui bastante o lucro do pescador.

Tabela 8 – Produção de pescado no município de Grossos – 2003.

Tipo de Pescado	(t)
Peixe	95,0
Lagosta	16,1
Camarão	1,4
TOTAL	157,0

Fonte: IDEMA (2005)

A pesca artesanal de mariscos é realizada predominantemente por mulheres. Inicialmente elas saíam em grupos e cada uma coletava a sua parte. Não havia uma preocupação com o manuseio nem, tampouco, com o tamanho do marisco que era coletado e a venda era realizada por atravessadores que abasteciam bares e restaurantes da região.

No ano de 2003, por meio do projeto “Entre a Terra e o Mar” desenvolvido em parceria com a prefeitura municipal e a ONG “Terra Viva” com sede em Mossoró foi gestada uma associação para comercializar os mariscos. Essa recebeu o nome de: “Associação de Mulheres Pescadoras e Artesãs de Pernambuquinho” contando com o número de 20 mulheres associadas. (SANTOS, 2009).

Como acontece com os trabalhadores das salinas e os pescadores, observou-se que as mulheres marisqueiras também sofrem com as intempéries do trabalho, além do fato delas não utilizarem dos equipamentos de proteção individual. Muitas citaram sofrer ferimentos no momento da coleta dos mariscos em razão da poluição do estuário com fragmentos de vidros e de latas enferrujadas (SANTOS, 2009).

Uma atividade que precisa ser mencionada é o transporte de pessoas e veículos que é realizado por balsas de Grossos até o município de Areia Branca. Todos os dias as balsas fazem esse mesmo percurso várias vezes, sendo, com isso, um importante mecanismo gerador de renda local. As barcaças que transportam o sal até o Porto-Ilha de Areia Branca aumentam o trânsito no estuário do rio Apodi-Mossoró e contribuem para aumentar o impacto ambiental, deixando para trás muito óleo de motor, além do abandono de velhas barcaças sobre o manguezal.

As salinas representam a atividade de maior importância econômica. Entre os anos de 1998 e 2010 a média anual da produção de sal no município de Grossos ficou em, aproximadamente, 299 toneladas/ano. O ano de 2000 foi o que teve a produção mais baixa, em torno de 179 toneladas, enquanto que o ano com maior produção foi 2002, com 356 toneladas (SIESAL, 2011). Essa atividade é especialmente favorecida na região de Grossos pelas condições topográficas, pelos índices de evaporação e pelos ventos secos que sopram constantemente na região de Grossos (FELIPE, 1988).

Desde a década de 1970, com a mecanização das salinas, diversos trabalhadores perderam seus postos de trabalho. Porém, através de entrevistas realizadas nas comunidades, pode-se perceber que no município de Grossos, apesar da mecanização, muitos trabalhadores ainda são empregados sazonalmente nas salinas. Além disso, cabe mencionar que muitos trabalham nas salinas artesanais¹⁰, sob condições de alta insalubridade e com baixos rendimentos. E, mesmo assim, fica perceptível no discurso da população, uma visão geral positiva das salinas, não sendo observados relatos de conflitos socioambientais. O único ponto questionado da atividade salineira é o lançamento das águas-mães, atividade que tem degradado sistematicamente os remanescentes de mangue e o estuário (IICA, 2009).

5.3.3 Aspectos institucionais da gestão territorial e ambiental em Grossos

A gestão ambiental vem ganhando destaque enquanto mecanismo de administração de conflitos sócio-econômico-ambientais. Ela representa o setor de atuação do poder executivo mais importante na busca pelos ideais do desenvolvimento sustentável. Para assegurar um ambiente ecologicamente equilibrado o poder público deve desenvolver uma série de tarefas, entre as quais: a restauração de processos ecológicos essenciais, a criação de espaços territoriais especialmente protegidos, a exigência de estudo de impactos ambientais para a instalação de empreendimentos potencialmente poluidores, a promoção da educação ambiental em todos os níveis, entre outras.

¹⁰ Grossos é um dos únicos municípios do Brasil onde ainda existem salinas completamente artesanais.

O município de Grossos conta com uma Secretaria Municipal do Desenvolvimento e Meio Ambiente. Considerando o panorama nacional, no qual a grande maioria dos municípios não possui uma secretaria exclusiva para essa pasta, esse pode ser considerado um aspecto favorável para a implementação de políticas públicas que visem promover a sustentabilidade ambiental no município.

Por meio de entrevista aplicada a gestora de meio ambiente do município de Grossos e respondida via *email*, foram obtidas algumas informações que contribuiriam para a análise da questão ambiental local.

Quando questionada sobre quais seriam os principais aspectos ambientais do município que merecem uma atenção especial por parte da Secretaria, a entrevistada afirmou que os aspectos mais importantes seriam a questão do gerenciamento dos resíduos sólidos, as salinas que margeiam os fragmentos de manguezal e a falta de conscientização ambiental da população seriam as questões mais importantes. No que se refere aos resíduos sólidos, eles são descartados em lixão a céu aberto, sem o devido controle sanitário e ambiental. Já as salinas ocupam espaços que deveriam ser destinados a expansão do ecossistema manguezal.

Sobre quais instrumentos de planejamento e gestão ambiental têm sido utilizados para ordenar o uso e a ocupação do solo no município de Grossos a entrevistada respondeu que o procedimento acontece como na maior parte das pequenas cidades brasileiras. É realizada a solicitação a prefeitura por parte do órgão responsável pelo setor de registro e um funcionário da Secretaria de Desenvolvimento e Meio Ambiente visita o local juntamente com um engenheiro, verificando a atividade, e em seguida, dependendo das condições a Prefeitura emite a certidão.

Sobre as principais dificuldades para conduzir a gestão ambiental no município, foi relatada a escassez de recursos financeiros e de corpo técnico qualificado e em quantidade suficiente para atender as demandas municipais.

Ainda segundo a entrevistada, os projetos realizados no município que têm relação com a gestão ambiental têm sido executados com recursos próprios, sendo pouca a participação do estado do Rio Grande do Norte e do governo federal no suporte a essa pasta de trabalho.

Para mitigar os impactos ambientais, provocados pelo parque salineiro, que atingem diretamente o rio Apodi-Mossoró, a entrevistada asseverou que deve haver um trabalho unificado, envolvendo governantes, população e entidades, tendo em vista a grande dimensão do rio.

Como ponto positivo no planejamento ambiental urbano de Grossos a entrevistada destaca as ações de arborização da cidade. E sobre o funcionamento do conselho de meio ambiente e do fórum da agenda 21, a entrevistada relatou que estes conselhos existem, porém estão em fase de mudança de membros.

Já sobre a gestão das comunidades litorâneas, os principais aspectos destacados na entrevista se referem à problemática do manguezal na comunidade de Barra e em Pernambucozinho foi destacado o problema do avanço do mar, o qual vem tentando ser minimizado com o plantio na faixa de dunas frontais.

Com relação à proteção da vegetação de caatinga que recobre o município, foi informado pela entrevistada que não existe nenhum tipo de controle do desmatamento dessa vegetação.

Os dados apresentados reforçam o pensamento de Camargo (2008), que considera que o papel dos municípios na melhoria das políticas ambientais é estratégico e precisa ser ampliado e consolidado, considerando-se, no entanto, que o quadro existente ainda está muito aquém de suas possibilidades e de sua importância.

Nobre (2008) considera que o fortalecimento dos órgãos municipais de meio ambiente e a adoção de procedimentos de atuação conjunta entre estes e, destes com os órgãos estaduais e federais, pode favorecer a implementação de instrumentos de planejamento e gestão ambiental em bacias hidrográficas.

5.3.4 Cartografia de uso e cobertura da terra no município de Grossos.

Os dados referentes ao uso e à cobertura da terra no município de Grossos estão ligados à interpretação visual da imagem do satélite ALOS do ano de 2009. Foram qualificados os usos e os mecanismos de ocupação que

tivessem relevância na dinâmica da paisagem e que representassem alterações visuais marcantes na superfície da terra.

Assim sendo, partindo dessa lógica e, reconhecendo que esse é um trabalho de aproximação, foram arroladas 12 tipologias de espaços territoriais capazes de expressar o padrão estático de uso e cobertura da terra no município de Grossos (Tabela 9).

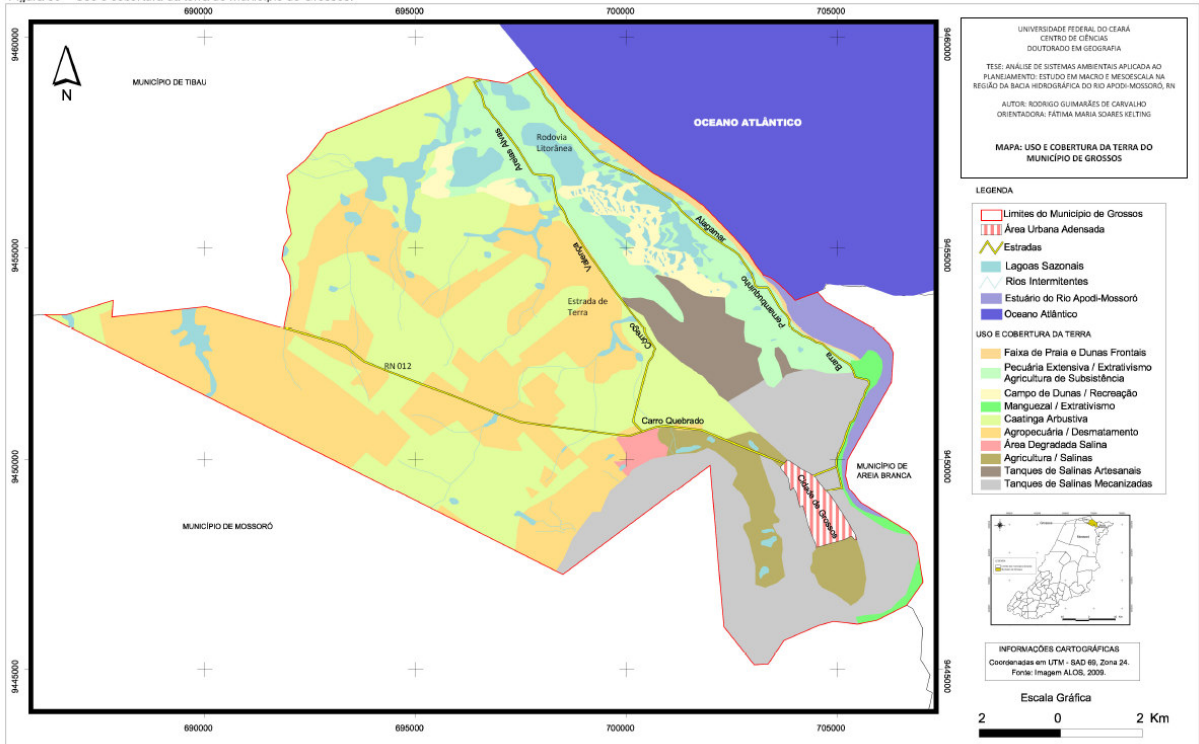
Tabela 9 – Tipologias de uso e cobertura da terra no município de Grossos – RN.

ATIVIDADE / ÁREA	(ha)	%
Faixa de Praia e dunas frontais	158	1
Pecuária Extensiva / Extrativismo / Agricultura de Subsistência	1796	13
Campos de Dunas / Recreação	425	3
Manguezal / Extrativismo	132	1
Caatinga Arbustiva	4040	29
Agropecuária / Desmatamento	3655	27
Área Degradada / Salina	78	1
Agricultura / Salinas	673	5
Tanques / Salina Artesanal	477	3
Tanques / Salina Mecanizada	1974	14
Rio Apodi-Mossoró	304	2
Lagoas	98	1
TOTAL	13.800	100

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Percebe-se que as unidades de maior abrangência territorial são a Caatinga Arbustiva e a Agropecuária. Elas estão alocadas principalmente no tabuleiro costeiro, justificando-se aí suas destacadas abrangências territoriais. Representando 14% da área total do município, as Salinas Mecanizadas participam ativamente da economia local. Com 13% de área ocupada, a pecuária extensiva frisada neste estudo está atrelada ao terraço marinho, representando meio de vida e subsistência de inúmeras famílias alocadas na planície litorânea e ocorrendo de forma extensiva. Atividades de extrativismo e agricultura de subsistência também são desenvolvidas em setores mais úmidos do terraço marinho. As outras atividades e/ou unidades delimitadas variam de 1 a 5% da área total do município (Figura 60).

Figura 60 – Uso e cobertura da terra do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

5.4 Proposta de delimitação de unidades de paisagem

As unidades de paisagem definidas para o município de Grossos têm uma relação estreita com a conjuntura do relevo local. Como ensinam Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004, p. 84), “O relevo como fator geocológico de redistribuição de calor e umidade, tem um papel significativo na distinção das respectivas unidades de diferenciação em nível local.” Assim, como unidades locais de paisagem foram definidos sete sistemas ambientais. As unidades aferidas referem-se à faixa de praia e dunas frontais, campo de dunas, terraço marinho, planície flúvio-marinha, tabuleiro costeiro, chapada do Apodi e planície flúvio-lacustre. Elas servirão de base para a análise das legislações pertinentes, potencialidades e limitações de uso e ocupação, avaliação do uso atual e impactos ambientais.

Ainda segundo os autores mencionados, o objeto fundamental de trabalho na área da geocologia da paisagem, consiste na distinção, classificação e cartografia das paisagens. Baseado nesse caráter investigativo foi elaborado o mapa de sistemas ambientais (Figura 61) do município de Grossos. No que consiste a qualificação dinâmica-funcional dos sistemas ambientais, foram utilizados critérios baseados na ecodinâmica.

Conforme já definido no capítulo anterior deste trabalho, para a avaliação qualitativa das condições ecodinâmicas dos sistemas ambientais é fundamental a apreciação sobre a idade do ambiente, a maturidade dos solos, as influências do relevo para potencializar a erosão dos solos, a capacidade protetora/estabilizadora da cobertura vegetal e as condições climáticas, sobretudo a pluviometria.

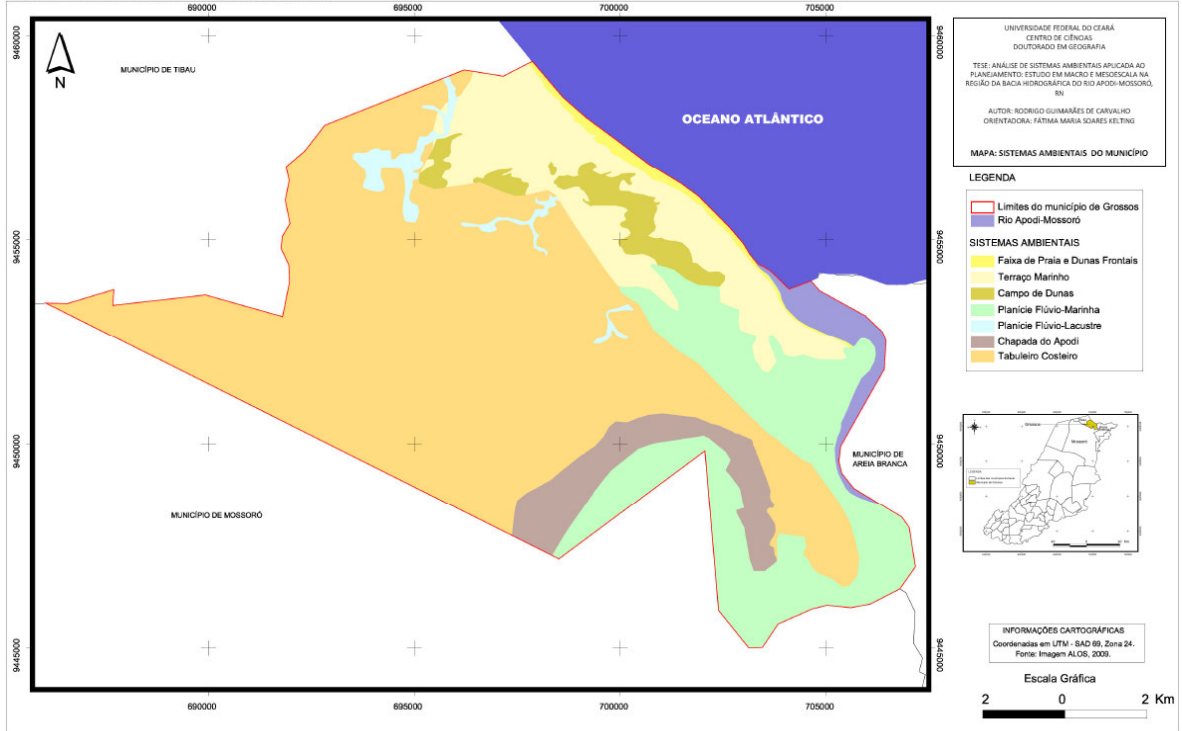
Considerando-se as unidades locais de paisagem do município de Grossos, verifica-se que a faixa de praia e as dunas frontais e os campos de dunas representam padrões de ambientes fortemente instáveis, sobretudo, em razão da inexistência ou pouca envergadura da cobertura vegetal, que não manifesta competência para fixar os sedimentos diante do fluxo eólico. Desse modo, a morfogênese predomina diante da pedogênese, impelindo a uma capacidade de suporte baixa para atividades humanas.

A planície flúvio-marinha, também vinculada à tipologia de ambientes fortemente instáveis, apresenta outros critérios para essa tipificação. Esses provêm principalmente da dinâmica hidrológica que movimenta e deposita continuamente sedimentos na superfície. Cabe destacar que a atividade salineira desenvolvida no município de Grossos alterou significativamente a dinâmica natural deste sistema ambiental. Contudo, considerando o padrão de funcionamento natural da planície flúvio-marinha, pode-se indicar esse ambiente como detentor de uma capacidade de suporte baixa às atividades antrópicas.

Os sistemas ambientais considerados como ambientes de transição são o terraço marinho e a chapada do Apodi. O terraço marinho, apesar de manter um fluxo contínuo de sedimentos, apresenta uma edafização pronunciada principalmente nos ambientes umedecidos pelos proeminentes lençóis subterrâneos. A maior densidade vegetal diminui consideravelmente a ação do vento no transporte de sedimentos, contudo, não a encerra. Dessa maneira, o desmatamento dessa área pode acelerar os processos de transporte sedimentar e alterar, significativamente, as condições da paisagem. Portanto, esse sistema ambiental é classificado como detentor de uma capacidade de suporte moderada.

A chapada do Apodi, embora no capítulo anterior tenha sido tipificada como um ambiente de ecodinâmica estável no quadro geral da BHRAM, no município de Grossos é qualificada como um meio de transição. Isso ocorre em virtude das características locais da topografia, a qual se dispõe em forma de rampa com inclinação no sentido da planície flúvio-marinha do rio Apodi-Mossoró. Essa inclinação gerou um sistema de drenagem local que, em eventos pluviométricos extremos, podem transportar sedimentos e provocar processos erosivos lineares importantes. Assim, esse sistema ambiental também é classificado como possuidor de uma capacidade de suporte moderada às atividades antrópicas.

Figura 61 – Sistemas ambientais do município de Grossos.

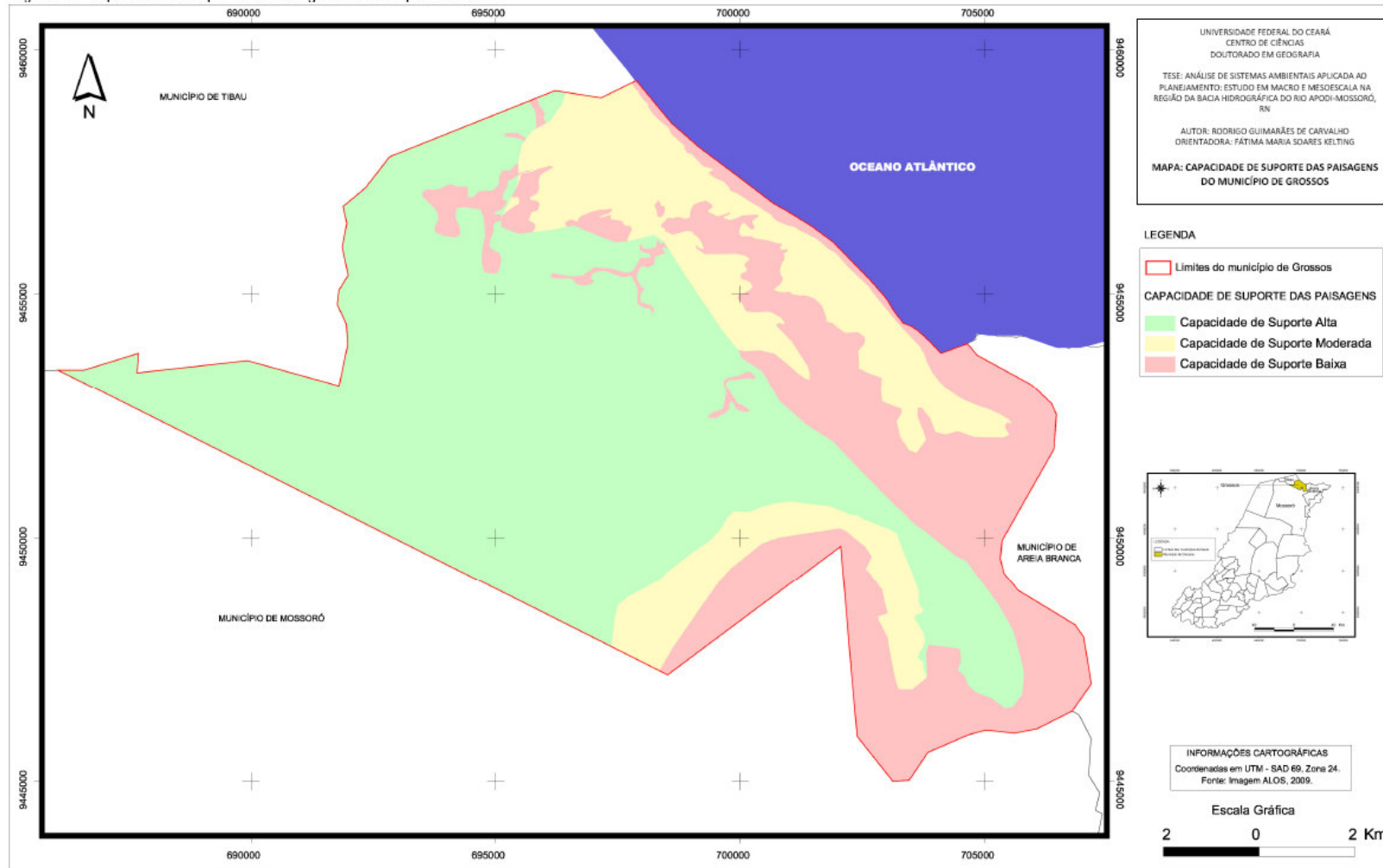


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

No tabuleiro costeiro as manifestações dinâmicas da paisagem são menos intensas. Existe uma cobertura vegetal capaz de fixar os solos e contribuir para a manutenção da pedogênese. A forma tabular do relevo diminui a energia de circulação das águas superficiais, diminuindo, assim, a vulnerabilidade a eventos erosivos lineares. Daí porque considerar essa unidade de paisagem como um ambiente estável, capaz de suportar atividades humanas sem que existam grandes modificações em seu sistema de funcionamento, sendo assim, considerado como detentor de uma capacidade de suporte alta (Figura 62).

Os Quadros 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 contêm a síntese da análise dos sistemas ambientais locais, estando destacadas informações sobre as potencialidades e restrições, o uso e a ocupação atual, e os principais impactos ambientais observados.

Figura 62 – Capacidade de Suporte das Paisagens do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 15 – Síntese das informações sobre a faixa de praia e dunas frontais.

SISTEMA AMBIENTAL	FAIXA DE PRAIA E DUNAS FRONTAIS
Ecodinâmica	Ambientes fortemente instáveis.
Potencialidades ao uso e ocupação	Exploração turística de baixo impacto ambiental; educação ambiental; pesca artesanal; lazer; esportes náuticos.
Restrições ao uso e ocupação	Baixo suporte para edificações; estradas; solos incipientes e de baixa fertilidade; restrições legais ao uso da faixa de praia e terrenos de marinha.
Uso e ocupação predominante	Comunidades litorâneas com edificações pouco adensadas; estrutura de quiosques para suporte ao turismo abandonados; pesca artesanal com jangadas e embarcações; esportes náuticos a vela; lazer e recreação; extrativismo em setores de mangues na orla estuarina.
Impactos antropogênicos	Construção de muros de concreto para a contenção do avanço da areia da faixa de praia; plantação de algarobas indiscriminadamente para retenção de sedimentos, disposição de resíduos sólidos de forma pontual na faixa de praia; construção de edificações sobre dunas frontais.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 16 – Síntese das informações sobre os campos de dunas.

SISTEMA AMBIENTAL	CAMPOS DE DUNAS
Ecodinâmica	Ambientes fortemente instáveis.
Potencialidades ao uso e ocupação	Turismo de baixo impacto ambiental, recreação e pesquisa científica.
Restrições ao uso e ocupação	Baixo suporte para edificações; estradas; restrições legais; ausência de solos produtivos; vegetação esparsa; restrição para mineração.

Uso e ocupação predominante	Lazer e recreação principalmente nos fins de semana e utilizando as lagoas interdunares; presença de rebanhos transitando nas dunas.
Impactos antropogênicos	Plantação de algarobas indiscriminadamente; presença de fezes de animais sobre as dunas; desmatamentos.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 17 – Síntese das informações sobre o terraço marinho.

SISTEMA AMBIENTAL	TERRAÇO MARINHO
Ecodinâmica	Ambiente de transição.
Potencialidades ao uso e ocupação	Pecuária extensiva; lazer; turismo ecológico; pesquisa arqueológica; captação de água.
Restrições ao uso e ocupação	Áreas de inundação sazonal; presença de sítios arqueológicos; restrições legais.
Uso e ocupação predominante	Pecuária extensiva sem controle da movimentação dos animais; uso agrícola de pequenas áreas; edificações residenciais.
Impactos antropogênicos	Plantação de algarobas indiscriminadamente; destruição dos sítios arqueológicos.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 18 – Síntese das informações sobre a planície flúvio-marinha.

SISTEMA AMBIENTAL	PLANÍCIE FLUVIO-MARINHA
Ecodinâmica	Ambiente fortemente instável.
Potencialidades ao uso e ocupação	Pesca artesanal; turismo ecológico; lazer; transporte controlado de sal marinho; esportes náuticos de baixo nível de ruído; transporte de pessoas e veículos em balsas.

Restrições ao uso e ocupação	Ambiente com rica diversidade biológica; cadeias tróficas vulneráveis a interferências físicas, químicas e biológicas; restrição legal; ambiente sensível a poluição urbana e industrial.
Uso e ocupação predominante	Deposição de detritos e esgotos urbanos; deposição de produtos químicos e biológicos; pesca artesanal; extrativismo; trânsito de balsas e barcaças de sal permanentemente; captação permanente de água para as salinas.
Impactos antropogênicos	Poluição física, química e biológica do estuário e do manguezal; disposição de águas-mãe pelas salinas; desmatamento e coleta indiscriminada de espécies da fauna do manguezal.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 19 – Síntese das informações sobre o tabuleiro costeiro.

SISTEMA AMBIENTAL	TABULEIRO COSTEIRO
Ecodinâmica	Ambiente estável.
Potencialidades ao uso e ocupação	Exploração agrícola; pecuária intensiva; expansão de núcleos habitacionais; instalação de indústrias; mineração controlada; conservação de remanescentes de vegetação da caatinga.
Restrições ao uso e ocupação	Restrição de recursos hídricos.
Uso e ocupação predominante	Uso agropecuário.
Impactos antropogênicos	Desmatamentos sem controle em ambiente de caatinga; desmatamento de vegetações ciliares.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 20 – Síntese das informações sobre a chapada do Apodi.

SISTEMA AMBIENTAL	CHAPADA DO APODI
Ecodinâmica	Ambiente de transição.
Potencialidades ao uso e ocupação	Uso agropecuário controlado; expansão de núcleos habitacionais.
Restrições ao uso e ocupação	Ambientes com declividade acentuada; riscos de erosão linear.
Uso e ocupação predominante	Ocupação por atividades agropecuárias; galpões de armazenamento de sal; indústria salineira.
Impactos antropogênicos	Desmatamentos por toda a área; aterramentos para implantação de vias.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 21 – Síntese das informações sobre a planície flúvio-lacustre.

SISTEMA AMBIENTAL	PLANÍCIE FLUVIO-LACUSTRE
Ecodinâmica	Ambiente fortemente instável.
Potencialidades ao uso e ocupação	Uso controlado do solo para atividades de subsistência; águas subterrâneas; lazer e recreação; ecoturismo.
Restrições ao uso e ocupação	Restrição legal ao uso das margens de rios e lagoas; áreas sensíveis a poluição ambiental; baixo suporte para edificações; inundações sazonais.
Uso e ocupação predominante	Agropecuária; atividades agrícolas de subsistência.
Impactos antropogênicos	Desmatamento da vegetação ciliar; disposição de resíduos sólidos e líquidos; uso indiscriminado da água.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

5.5 Proposta de zoneamento ambiental

A análise que culmina no zoneamento ambiental do município de Grossos abrange uma grande quantidade de aspectos que devem ser apreendidos e confrontados pelo pesquisador. A primeira linha de interpretação advém das próprias demandas gerais desse setor da bacia do rio Apodi-Mossoró geradas na análise ambiental em macroescala. Em destaque, observa-se a necessidade de manutenção de resquícios da vegetação de caatinga com a criação de espaços protegidos, a proteção e recuperação dos resquícios de manguezal, proteção de dunas e demais ecossistemas frágeis.

Com a análise em mesoescala, observam-se detalhes importantes para o ordenamento do território dentro de um viés de sustentabilidade. Algumas potencialidades para o aproveitamento turístico devem ser consideradas e com o uso de uma escala maior, é possível uma maior precisão cartográfica que é um fator importante para a gestão. Entre os fatores que podem favorecer práticas de turismo sustentável, destacam-se:

- i. As salinas artesanais que podem ser aproveitadas, se devidamente organizadas, para receber turistas. Pode ser aproveitado o contexto histórico de ocupação da área e o desenvolvimento da atividade salineira no estado do RN;
- ii. Os sítios arqueológicos de sambaquis representam um importante vestígio da história dos povos antigos que ocuparam o litoral brasileiro. Precisam ser estudados e preservados para um devido aproveitamento através do turismo científico e ecológico;
- iii. A faixa da orla e campos de dunas possibilitam a adoção de práticas recreativas e de lazer. Essas práticas devem ser condizentes com um planejamento ambiental adequado com o mínimo impacto ambiental.

É importante frisar que as salinas mecanizadas, que hoje ocupam áreas que antigamente pertenciam ao ecossistema manguezal, constituem


uma atividade produtiva consolidada na região, sendo por isso, zoneadas como áreas de uso intensivo. Caso não houvesse as salinas, toda essa área deveria ser de preservação permanente. Contudo, é necessário que se observem o funcionamento e os aspectos ambientais relevantes da cadeia produtiva, pois estas funcionam ao lado de áreas ambientalmente importantes e protegidas por legislação federal.

A maior parte das atividades agropecuárias está assentada no sistema ambiental mais estável que é o tabuleiro costeiro. É preciso que haja um monitoramento permanente para aperfeiçoar a gestão agropecuária, impedindo práticas que promovam a degradação dos recursos hídricos, dos solos, o uso indiscriminado de agrotóxicos, do fogo, os desmatamentos, entre outras.

A zona de planejamento urbano deve ser estudada em microescala para que haja uma melhor descrição do ambiente urbano em termos de suas estruturas como as vias, quadras, áreas verdes, áreas de adensamento, áreas de expansão, etc. Ressalta-se a importância de um plano diretor urbano devido às características da cidade de Grossos, que está localizada em uma área de grande pressão produtiva por parte do setor salineiro, além de estar situada no estuário do rio Apodi-Mossoró.


Obedecendo-se a essa lógica e reconhecendo que o presente estudo constitui apenas uma proposta de zoneamento ambiental, pois este deve ser um trabalho desenvolvido por equipe multidisciplinar e com ampla participação popular, pontuam-se os aspectos gerais de cada uma das zonas sugeridas nos Quadros 22 a 29.

Quadro 22 – Aspectos gerais da Zona de Preservação Permanente.

ZONA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (ZPP)	
Descrição	Abrange duas áreas envolvendo as unidades de paisagem terraço marinho, campo de dunas, tabuleiro costeiro e planície flúvio-lacustre. Envolve lagoas freáticas interdunares e um importante remanescente de caatinga.
Conceito	Máxima preservação do sistema ambiental. A utilização deve envolver apenas atividades de uso indireto como pesquisa científica, lazer, turismo ecológico e educação ambiental. Representa potencial para a instituição de unidades de conservação de proteção integral como estação ecológica, reserva biológica, parques e monumento natural.
Área (km ²)	15,5
Objetivo Geral	Preservar ecossistemas importantes, potencializando a criação de unidades de conservação.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Preservar a paisagem natural; - Potencializar o uso sustentável para atividades de baixo impacto ambiental; - Preservar ecossistemas e remanescentes de vegetação nativa.
Imagem da Área	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 23 – Aspectos gerais da Zona de Proteção Ambiental.

ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (ZPA)	
Descrição	Abrange uma área alongada contemplando toda a orla marítima do município integrada ao remanescente de manguezal e a desembocadura do rio Apodi-Mossoró.
Conceito	Proteção do sistema ambiental, permitindo apenas usos de baixo impacto ambiental, considerando em todo caso as atividades econômicas tradicionais já desenvolvidas como a pesca e a mariscagem. Controle da poluição e no uso e ocupação da orla marítima evitando problemas relacionados a migração natural dos sedimentos dunares.
Area (km ²)	3,5
Objetivo Geral	Proteger a paisagem e organizar a ocupação humana.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Valorizar a beleza cênica e o aproveitamento turístico da paisagem; - Diminuir os impactos ambientais gerados pelo uso antrópico; - Promover a educação ambiental.
Imagem da Área	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 24 – Aspectos gerais da Zona de Recuperação Ambiental.

ZONA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ZRA)	
Descrição	Area alongada no extremo leste do município. Engloba remanescentes do manguezal em faixas de transição entre o estuário e as salinas.
Conceito	Recuperação de ambientes fortemente degradados pela ação humana e posterior integração a outra zona. Zona temporária.
Area (km ²)	3,1
Objetivo Geral	Recuperar os remanescentes do ecossistema manguezal na faixa entre o rio e as salinas e restabelecer o fluxo gênico.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilizar o povoamento da área por espécies do manguezal; - Restabelecer as áreas de APP conforme legislação federal; - Garantir o corredor ecológico e a eliminação dos impactos ambientais no manguezal.
Imagem da Area	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 25 – Aspectos gerais da Zona de Proteção de Lagoas.

ZONA DE PROTEÇÃO DE LAGOAS (ZPL)	
Descrição	Envolve duas pequenas bacias de inundação sazonal. Estão dispostas próximas ao limite entre o tabuleiro costeiro e a planície litorânea.
Conceito	Proteção dos recursos hídricos superficiais e setores marginais. Manutenção da vegetação ripária e dos ecossistemas associados.
Área (km ²)	0,6
Objetivo Geral	Conservar o sistema ambiental mantido pelos recursos hídricos superficiais.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Manter a qualidade da água superficial; - Proteger as APPs; - Promover o uso sustentável da água.
Imagem da Área	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 26 – Aspectos gerais da Zona de Uso Extensivo.

ZONA DE USO EXTENSIVO (ZUE)	
Descrição	Abrange uma vasta área do terraço marinho e o setor de afloramento da Formação Jandaíra próximo a área de concentração e funcionamento das salinas mecanizadas.
Conceito	Manutenção do uso controlado dos recursos naturais. As atividades devem ser desenvolvidas de forma extensiva, com baixo a moderado impacto ambiental.
Area (km ²)	18
Objetivo Geral	Promover o uso sustentável dos recursos naturais de forma extensiva e com baixo a moderado impacto ambiental.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar a ocupação evitando um uso adensado do território; - Manter áreas com remanescentes de vegetação nativa; - Organizar atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental.
Imagem da Area	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 27 – Aspectos gerais da Zona de Uso Intensivo.

ZONA DE USO INTENSIVO (ZUI)	
Descrição	Abrange todo o setor do tabuleiro costeiro e a área onde funcionam as salinas mecanizadas.
Conceito	Permissão do uso intensivo dos recursos naturais, promovendo, no entanto, a adequação as normas legais e mitigando impactos ambientais de elevada magnitude.
Area (km ²)	87
Objetivo Geral	Orientar o funcionamento de atividades econômicas intensivas, com elevado impacto ambiental, dentro das normas legais vigentes.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar o uso econômico dentro dos padrões de qualidade ambiental; - Observar a condução do uso agropecuário dos tabuleiros, garantindo a preservação das APPs e das Reservas Legais; - Mitigar os impactos relacionados ao funcionamento das salinas mecanizadas.
Imagem da Area	


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Quadro 28 – Aspectos gerais da Zona Histórico-Cultural.

ZONA HISTÓRICO-CULTURAL (ZHC)	
Descrição	Envolve a área de funcionamento das salinas artesanais.
Conceito	Direcionamento da atividade das salinas artesanais para o aproveitamento educativo e turístico, valorizando os aspectos históricos e culturais da atividade salineira.
Area (km ²)	4,5
Objetivo Geral	Promover a qualidade ambiental da atividade salineira artesanal, com direcionamentos para o aspecto cultural.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar a qualidade no trabalho para os funcionários das salinas artesanais; - Buscar novas formas de valorização do espaço das salinas artesanais; - Utilizar o ambiente para fins de educação, cultura e turismo.
Imagem da Area	

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

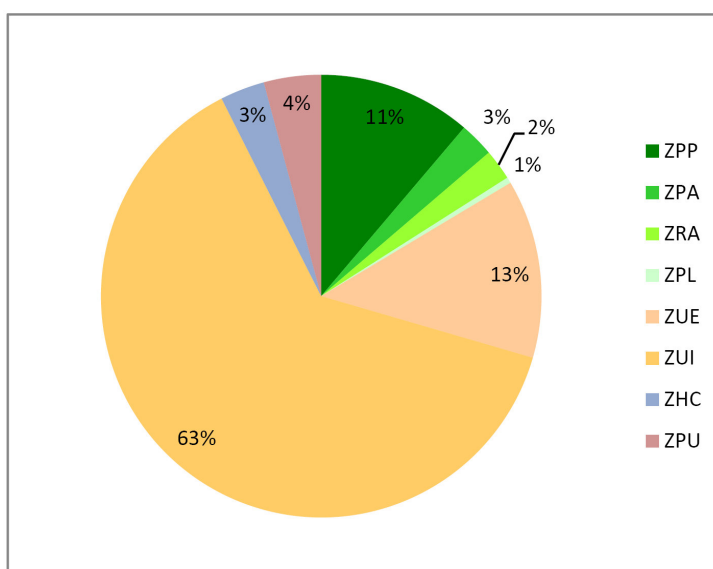
Quadro 29 – Aspectos gerais da Zona de Planejamento Urbano.

ZONA DE PLANEJAMENTO URBANO (ZPU)	
Descrição	Abrange a área urbana adensada e seu entorno próximo.
Conceito	Direcionamento do planejamento urbano através de estudos mais detalhados e participativos.
Área (km ²)	5,8
Objetivo Geral	Designar área para a promoção de estudos voltados ao planejamento urbano.
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudos em escala de detalhes para o planejamento urbano; - Promover a participação da sociedade e do setor econômico no planejamento urbano; - Elaborar um zoneamento urbano e o plano diretor.
Imagem da Área	 <p>Fonte: <www.prefeituradegrossos.com.br></p>

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

Em termos quantitativos (Figura 63), constata-se que a maior parte do território municipal deve ser destinado ao uso intensivo (63%), devendo ser observadas as normas legais de uso do solo e de proteção ambiental vigentes e técnicas de mitigação de impactos associados à cadeia produtiva do setor salineiro e ao uso agropecuário. O percentual de 13% deve ser destinado ao uso extensivo do solo, onde o nível de pressão antrópica deve ser bastante reduzido, só sendo admitidas atividades humanas de baixo impacto.

Figura 47 - Percentual das zonas ambientais dispostas na proposta de zoneamento ambiental para o município de Grossos.

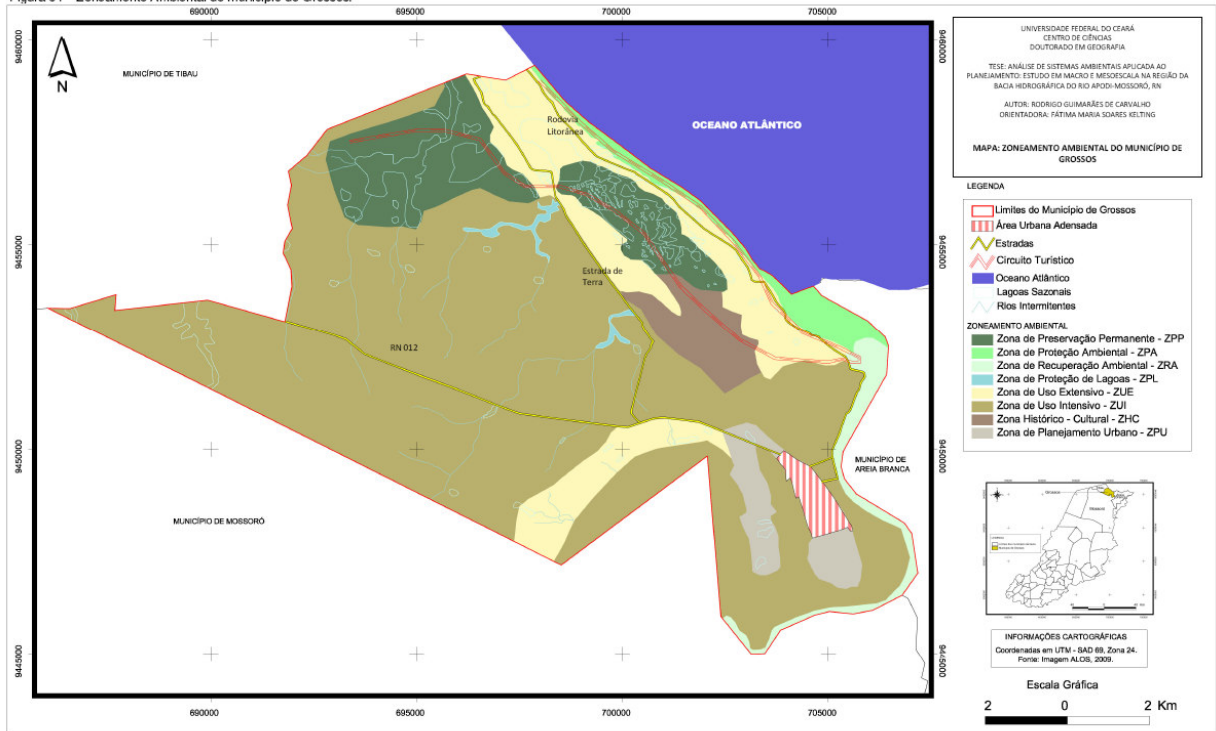


Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

As zonas especiais (ZPU e ZHC) representam 7% de todo o território de Grossos. O percentual referente a soma das zonas que devem ser administradas sob um maior nível de restrição ao uso e ocupação antrópicos (ZPP; ZPA; ZRA e ZPL) é de 17%.

Observa-se que a maior parte do município pode ser amplamente utilizada para atividades produtivas e, mesmo as áreas que denotam um alto nível de restrição, devem admitir usos indiretos relacionados ao turismo ecológico, pesquisa científica, recreação e educação ambiental, como expresso no mapa de zoneamento ambiental (Figura 64).

Figura 64 – Zoneamento Ambiental do município de Grossos.



Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da análise ambiental sistêmica na interpretação da estrutura e funcionamento das paisagens, possibilitou a elaboração de diretrizes para o planejamento ambiental na BHRAM e de uma proposta de zoneamento ambiental no município de Grossos, podendo assim, contribuir para o alcance dos objetivos gerais que permeiam o conceito de desenvolvimento sustentável.

Para a execução da pesquisa na BHRAM, os critérios cartográficos foram fundamentais e delinearam os procedimentos operacionais de coleta e análise de dados. No caso da utilização de uma escala cartográfica menor, observou-se como um caminho viável para o diagnóstico ambiental a utilização de bancos de dados públicos disponibilizados por órgãos estatais e a formulação de índices temáticos municipais. Já no caso da utilização de uma escala cartográfica maior, além da apreciação de dados secundários, as análises por meio de sensoriamento remoto e visitas de campo, possibilitaram um estudo mais detalhado do território.

O estudo em escala de macroplanejamento torna-se fundamental para determinar ou indicar metas a serem alcançadas pelos municípios, observando-se nesse caso, os setores aos quais esses municípios estão localizados. A partir dessa escala de planejamento mais abrangente, cada um dos municípios deve providenciar a realização de estudos que possam diagnosticar, com maior nível de detalhamento, o contexto socioambiental local. Com base nos resultados encontrados nesse estudo e, considerando as demandas gerais indicadas no macroplanejamento, devem ser elaborados os zoneamentos ambientais municipais, onde a compartimentação do território em setores ou zonas e, suas respectivas atribuições de uso, devem ser acompanhadas de etapas participativas, envolvendo a população local.

Na BHRAM, os 51 municípios estudados, apresentam disparidades desde o tamanho territorial até as condições sociais e econômicas. Dependendo das possibilidades de exploração dos sistemas ambientais, as atividades produtivas se articulam no sentido de explorar, beneficiar e comercializar os recursos naturais.

A maior parte dos municípios está assentada na depressão sertaneja e maciços residuais, dispendo de uma maior rede de drenagem superficial e implementando microbarramentos como forma de minorar os efeitos negativos das irregularidades pluviométricas.

A região serrana meridional e os maciços residuais centrais são dotados de potencial para a utilização turística sustentável. Além de configurarem como enclaves de umidade em um contexto semiárido circunjacente, ainda dispõem de mirantes, cavernas e cachoeiras como atrativos turísticos. No entanto, percebe-se que a disposição institucional em facilitar esse desenvolvimento se mostra incipiente e ainda limitada, devendo haver grande preocupação na ordenação do uso e ocupação desses ambientes em razão da instabilidade geomorfológica.

A fixação de populações humanas foi, por muito tempo, dificultada na chapada do Apodi em virtude da escassez de águas superficiais. Contudo, com a descoberta e exploração do petróleo em terra, os municípios passaram a participar dos lucros da exploração desse recurso. Não bastasse isso, ficou a herança de municípios com amplas áreas territoriais e contando hoje com tecnologias para exploração da água subterrânea e utilização de solos dotados de uma melhor fertilidade natural.

No baixo curso da BHRAM, observa-se que a produção de sal acomete a sustentabilidade dos ecossistemas costeiros e das comunidades tradicionais litorâneas. Embora que as salinas atuem no estuário há várias décadas, estando atualmente, produzindo sal para atender ao mercado brasileiro e internacional, verifica-se que os impactos ambientais provocados por essa atividade danificam as funções fundamentais dos ecossistemas costeiros sem que haja uma resposta social local condizente e com total externalização dos custos ambientais.

A análise da política ambiental, de uma forma geral, demonstrou uma atuação institucional praticamente ausente se forem considerados os principais instrumentos que devem ser utilizados no controle e planejamento ambiental do território. O cenário percorrido apresenta uma intensa degradação ambiental das áreas de preservação permanente, sobretudo as referentes às margens de rios, com a ausência de unidades de conservação federais,

estaduais ou municipais e a não utilização do zoneamento ambiental, enquanto instrumento de ordenamento territorial e ambiental.

A aplicação da metodologia voltada para a mensuração da gestão ambiental conjugada aos índices socioeconômicos representa uma importante ferramenta para o monitoramento ambiental dos municípios. O planejamento ambiental da bacia deve requerer uma melhoria contínua na atuação municipal em face da questão ambiental local. Embora sejam observadas limitações institucionais com relação a essa pasta de trabalho, o repasse de recursos para contratação de fiscais ambientais e pessoal qualificado na área de gestão ambiental, a criação de vagas efetivas para concurso público, a organização de conselhos municipais e a educação ambiental são ações que podem melhorar significativamente essa realidade nos municípios da BHRAM.

A avaliação dos sistemas ambientais da bacia mostrou uma heterogeneidade de paisagens. Assim, o planejamento e a gestão integrada devem priorizar uma intensificação no uso e ocupação do território em sistemas ambientais que detenham uma maior capacidade de suporte. Entre eles a chapada do Apodi e os tabuleiros costeiros apresentam potencial para a exploração socioeconômica. Malgrado essa virtude, a exploração deve ser realizada de forma comedida, especialmente quando se trata do desmatamento, pois em municípios como, por exemplo, Mossoró, o desmatamento tem atingido patamares alarmantes. Os sistemas ambientais que possuem uma capacidade de suporte baixa devem ter seu uso e ocupação controlados e privilegiando atividades que visem o uso indireto dos recursos ambientais.

Os resultados do IEMA para os municípios da BHRAM indicam um cenário otimista. A grande maioria dos municípios foi classificada dentro do melhor nível de sustentabilidade. Porém, isso não diminui a necessidade de atuação do poder público para melhorar as condições de sustentabilidade por meio de um planejamento ambiental consistente, pelo contrário, até aumenta essa responsabilidade. Os 12 municípios classificados como insustentáveis, merecem a adoção emergencial de políticas públicas ambientais que tenham como objetivo controlar e até mesmo, reverter essa situação.

Os quadros sinópticos de planejamento ambiental, elaborados para as quatro dimensões territoriais consideradas na compartimentação da bacia, demonstram uma grande importância na produção de conhecimentos científicos com aplicação prática. Contudo, é importante destacar que são quadros bem gerais, que precisam ser instituídos em um programa de planejamento que aprofunde a discussão sobre as possibilidades de implementação de cada diretriz pontuada. Nesse caso, destaca-se a importância da participação popular por meio dos instrumentos legais constituídos.

Já quando o estudo é aplicado ao município de Grossos, revela-se uma experiência de planejamento ambiental local. As diretrizes gerais de planejamento, alcançadas por meio do estudo integrado da BHRAM, foram fundamentalmente importantes. Com o aumento da escala de observação, várias novas concepções surgiram e corroboraram para a importância do diálogo permanente entre os processos de planejamento em macro e meso escalas.

A análise local permitiu compreender questões que só aparecem quando da ampliação da escala de observação. A principal diferença metodológica é concebida pela possibilidade de aproximação entre o pesquisador e o objeto material de estudo. Desse modo, a coleta e a análise de dados primários e a diminuição do complexo de variáveis envolvidas, melhora sobremaneira a qualidade dos resultados da análise ambiental e, conseqüentemente, pode melhorar a elaboração do planejamento ambiental. A construção de uma proposta de zoneamento ambiental comprova as afirmações anteriores.

Os sistemas ambientais municipais puderam ser delimitados com um maior nível de clareza e com um maior rigor cartográfico. Esse fato é crucial para a constituição normativa do zoneamento. O município é constituído, em sua primazia, pelo tabuleiro costeiro, um sistema ambiental que apresenta uma capacidade de suporte alta. Várias poligonais de desmatamento são observadas, comprovando a atual utilização desse ambiente para atividades agropecuárias.

Excetuando-se o tabuleiro costeiro, os outros sistemas ambientais presentes no município apresentam fortes limitações ao uso e a ocupação. Apesar disso, as salinas estão espalhadas pelo setor estuarino, comprometendo os poucos fragmentos do ecossistema manguezal que ainda existem em Grossos. A planície litorânea, habitada por quatro agrupamentos humanos, tem mostrado continuamente a sua hostilidade a essas comunidades. Os principais problemas se referem ao trânsito contínuo de sedimentos, caracterizando a migração das primeiras dunas do pós praia até os grandes campos de dunas migratórias já constituídos, e, também, as inundações periódicas a partir do levantamento do lençol freático nos rebaixados terraços marinhos.

A proposta de zoneamento ambiental para o município de Grossos é o resultado da integração de uma série de conhecimentos gerados neste estudo. Foram importantes tanto os estudos locais, como também os estudos realizados na escala da BHRAM. Apesar de se constituir em um estudo interpretativo, é preciso mencionar que a base metodológica está atrelada a análise da paisagem sob o ponto de vista da avaliação das potencialidades e limitações ao uso antrópico. A maior parte do município apresenta potencial para uso intensivo. A área sob domínio das salinas, apesar de representar um ecossistema frágil, já foi completamente alterada, de modo que a permanência da atividade deve requerer adaptações para minimizar o impacto ambiental.

A proteção permanente das dunas migratórias encontra respaldo tanto na legislação ambiental que assinala esses espaços como APPs, quanto na função ecológica essencial de captação, armazenamento e distribuição de água. Outros argumentos que podem ser apresentados tratam da existência de materiais arqueológicos soterrados na área de dunas, do potencial de exploração turística e da beleza cênica.

Por fim, municiado com seus devidos instrumentos, o planejamento ambiental deve ser exercido para que haja uma adequada gestão das bacias hidrográficas. O diagnóstico que irá dar suporte ao processo de planejamento ambiental deve sempre observar as questões escalares, como forma de garantir o êxito do processo. No caso da bacia do rio Apodi-Mossoró, em virtude de sua dimensão e complexidade socioeconômica e ambiental, o

planejamento ambiental deve se desenvolver tanto na macroescala como na mesoescala, sendo estas, imprescindíveis ao processo de gestão racional do meio ambiente.

6.1 Análise crítica dos produtos gerados

Durante todas as etapas desta pesquisa, vários produtos foram gerados, tendo sempre o objetivo de produzir informações que pudessem facilitar tanto o processo de macroplanejamento como de mesoplanejamento.

Na elaboração de produtos como, por exemplo, mapas, índices, matrizes, quadros sinópticos e bancos de dados geográficos, observaram-se vantagens e potencialidades para o planejamento ambiental, assim como, desvantagens e necessidades de acertos.

O Quadro 30 apresenta os produtos mais importantes construídos durante esta pesquisa e traz uma avaliação crítica, considerando algumas das vantagens e desvantagens encontradas ao longo do processo.

Quadro 30 - Avaliação dos produtos técnicos gerados na pesquisa da BHRAM e do município de Grossos.

PRODUTO GERADO	VANTAGENS E CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	DESVANTAGENS E NECESSIDADES DE ACERTOS
MAPA DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E QUADRO AVALIATIVO DA ECODINÂMICA E CAPACIDADE DE SUPORTE NA BHRAM.	<ul style="list-style-type: none"> - Permite uma visão abrangente das paisagens da BHRAM; - Exprime uma primeira aproximação sobre os processos interativos entre os diversos componentes do sistema ambiental físico; - Possibilita a compreensão sobre as limitações ao uso e ocupação em função da capacidade de suporte dos sistemas ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possui uma escala de pouco detalhe cartográfico; - Generaliza e simplifica as relações entre os componentes do meio ambiente.

PRODUTO GERADO	VANTAGENS E CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	DESVANTAGENS E NECESSIDADES DE ACERTOS
<p>INDICE DE PRESSAO SOCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS DA BHRAM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta uma visão geral comparativa entre os municípios da BHRAM; - Pode ser comparado a outros índices temáticos; - Pode se tornar um indicador dinâmico de tendência; - Os dados são coletados sistematicamente por órgão de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generaliza a situação socioeconômica dos municípios da BHRAM; - Não exige da necessidade da análise qualitativa das condições socioeconômicas dos municípios da BHRAM.
<p>INDICE DE GESTAO AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DA BHRAM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilita comparar a gestão ambiental nos municípios da BHRAM; - Pode ser comparado a outros índices temáticos; - Pode se tornar um indicador dinâmico de tendência; - Os dados são coletados sistematicamente por órgão de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - A mensuração das informações sobre a gestão ambiental municipal necessita de contínua avaliação para ajustes e melhoria; - Generaliza as condições da gestão ambiental nos municípios.
<p>INDICE DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DOS MUNICÍPIOS DA BHRAM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta uma visão ampla sobre a situação de vulnerabilidade ambiental nos municípios da BHRAM; - Permite a comparação entre os municípios; - Os dados têm sido coletados sistematicamente por órgão de pesquisa; - Pode se tornar um indicador dinâmico de tendência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não garante que as áreas desmatadas, nos municípios, estejam sobrepostas às áreas com capacidade de suporte baixa; - Não exige a necessidade de uma investigação mais detalhada em cada um dos municípios; - O desmatamento é um fator difícil de ser monitorado, sendo que, a definição da metodologia adotada é fundamental para a validade da análise.

PRODUTO GERADO	VANTAGENS E CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	DESVANTAGENS E NECESSIDADES DE ACERTOS
MATRIZ DE INTEGRAÇÃO DE DADOS DOS MUNICÍPIOS DA BHRAM.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta uma visão integrada das informações sistematizadas da BHRAM; - Pode auxiliar no processo de gestão e monitoramento ambiental; - Simplifica a análise e torna mais didática a apresentação dos resultados, podendo facilitar o processo de planejamento participativo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar as informações das diferentes áreas temáticas ainda requer um período para o aprimoramento das técnicas de coleta e ajuste dos dados; - Simplifica a complexidade socioeconômica, ambiental e institucional dos municípios da BHRAM.
QUADROS SINÓPTICOS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA AS UNIDADES DE ANÁLISE DA BHRAM.	<ul style="list-style-type: none"> - Organiza as principais demandas ambientais da BHRAM; - Considera a compartimentação em baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto curso; - Representa a base para o estabelecimento de planos, programas e projetos voltados para a sustentabilidade da BHRAM; - Resulta da análise de informações referentes a áreas temáticas fundamentais para o diagnóstico ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - O quadro de diretrizes para o planejamento ambiental, resulta em parte, da avaliação interpretativa e, portanto, subjetiva do pesquisador; - Apresenta diretrizes gerais e baixo nível de detalhamento.

PRODUTO GERADO	VANTAGENS E CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	DESVANTAGENS E NECESSIDADES DE ACERTOS
MAPAS DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SITUAÇÃO ECODINÂMICA DO MUNICÍPIO DE GROSSOS.	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilita uma visão objetiva sobre a delimitação dos sistemas ambientais; - Promove a compreensão sobre o funcionamento do ambiente, por meio dos critérios da ecodinâmica; - Pode auxiliar no ordenamento do uso e ocupação do espaço geográfico do município de Grossos; - É um instrumento técnico fundamental para a elaboração de um zoneamento ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generaliza e simplifica as relações entre os componentes do meio ambiente.
MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE GROSSOS.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta de forma concisa as condições atuais da utilização do solo no município de Grossos; - Permite uma visão espacializada do processo de ocupação; - Pode ser confrontado com o mapa de paisagens e ecodinâmico; - Representa informações importantes para o monitoramento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apesar de abranger uma área territorial em torno de 126 km², o estudo do uso e cobertura da terra necessita de uma maior quantidade de trabalhos de campo.
MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE GROSSOS.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta uma primeira aproximação sobre a compartimentação do território de Grossos em zonas funcionais, com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de ampla participação das comunidades do município de Grossos para se efetivar enquanto instrumento de planejamento ambiental participativo.

PRODUTO GERADO	VANTAGENS E CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	DESVANTAGENS E NECESSIDADES DE ACERTOS
BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS.	<ul style="list-style-type: none"> - Permitem a manipulação rápida e espacializada de informações ambientais e territoriais; - Ficarão disponíveis para novas pesquisas e para o monitoramento ambiental da BHRAM, junto ao Grupo de Estudos em Gestão Ambiental (GEGA) da UERN, e de outras instituições que demonstrem interesse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Carece de uma análise aprofundada para possibilitar o confrontamento das variáveis de natureza diferente.

Fonte: Elaborado por Rodrigo G. de Carvalho.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AL MEIDA JÚNIOR, A. R. de. Gestor Ambiental: profissional ou intelectual? Revista OLAM Ciência & Tecnologia, Rio Claro – SP, n° 3, p. 45-54, 2007.
- ANGELIM, L. A. A., MEDEIROS, V. C., NESI, J. R. 2006. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1: 500.000. Recife: CPRM/FAPERNA, 2006.
- BACCARO, C. A. D. Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Relatório Técnico, Mossoró, 2006.
- BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. p. 256.
- BERTALLANFFY, L. Von – Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis: Editora Vozes, 1973.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. In: Caderno de Ciências da Terra, v. 13, p. 1-21. São Paulo, 1969.
- BERTRAND, G.; BERTRAND C. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. In: PASSOS, M. M. dos. (org.) Maringá: Ed. Massoni, 2007.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BRAGA, T. M. et. al. Índices de Sustentabilidade Municipal: o desafio de mensurar. Revista Nova Economia – Belo Horizonte, 14, (3), p. 11 – 33, 2004.
- BRASIL, Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
- _____. Lei 6.938/81, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm>>. Acesso em: 21 de mai. 2009.
- _____. Lei nº 9.433/97, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 12 de outubro de 2010.

BRAUN, R. Novos paradigmas ambientais: desenvolvimento ao ponto sustentável. 3ª ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

BURSZTYN, M. INTRODUÇÃO - Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século. In: BURSZTYN, M. (org.). Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

CALDAS, L. H. de O. Estudo geológico e geofísico da falha de Carnaubais, Bacia Potiguar RN e implicações neotectônicas. 1998. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 1998.

CAMARGO, A. Governança para o século 21. In: TRIGUEIRO, A. Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. 5 ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2008.

CARLO, S. de. Gestão ambiental nos municípios brasileiros: impasses e heterogeneidade. 2006. 329 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CARSON, R. Primavera Silenciosa. São Paulo: GAIA, 2010.

CARVALHO, E. A. de; FELIPE, J. L. A. Atlas do Rio Grande do Norte. Natal: Diário de Natal, 2ª ed. [200-]. Escalas variam.

CARVALHO, G. M. C.; BARCELOS, F. C. Mensurando a sustentabilidade. In: MAY, P. H. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. de F.; SANTOS, S. M. dos. (org.) Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Panamericana da Saúde / Ministério da Saúde, 2000.

CARVALHO, P. G. M. de. et al. Gestão local e meio ambiente. Revista Ambiente & Sociedade, São Paulo, nº 1, jan/jun, 2005.

CARVALHO, R. G. de.; KELTING, F. M. S. Análise da gestão ambiental municipal na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizando sistema de informações geográficas. In: CARVALHO, R. G. de. et. al. Gestão ambiental: estudos aplicados a bacia do rio Apodi-Mossoró. Mossoró, RN: UERN, 2011.

CARVALHO, R. G. de.; MEDEIROS, S. R. M. Monitoramento do bioma caatinga: análise dos dados referentes à área da bacia do rio Apodi-Mossoró por meio de geoprocessamento. In: I Semana de Humanidades FAFIC/UERN, 2010, Mossoró, 2010.

CASTRO, M. L. et al. Conselho municipal de meio ambiente na formulação de políticas públicas. In: PHILIPPI JR, A. et al.(editores) Municípios e Meio Ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.

CASTRO, D. L., MEDEIROS, W. E., JARDIM DE SÁ, E. F., MOREIRA, J. A. M. Gravity map of part of Northeast Brazil and adjacent continental margin and its interpretation based on the hypothesis of isostasy. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v. 16, n. 2-3, julho/novembro. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-261x1998000200002&script=sci_arttext. Acesso em: 06 ago. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de sistemas em Geografia. São Paulo: Hucitec, 1979.

_____ Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.

_____ Modelagem em Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento de águas subterrâneas: diagnóstico do município de Grossos, Rio Grande do Norte. Recife, 2005.

CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

DIAS, R. Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA. Mapa exploratório-Reconhecimento de solos do município de Grossos, RN. 1971. Acesso em 10/08/2010. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/rn/grossos.pdf>

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Mapa de Temperatura Anual. [200-?a]. Acesso em 16/08/2010. Disponível em

<http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/meteorologia/climatologia/temperatura.htm>

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Mapa de Precipitação Anual. [200-?b]. Acesso em 16/08/2010.

Disponível em

<http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/meteorologia/climatologia/PrecClimatologica/anochuva.htm>

FELIPE, J. L. Elementos de geografia do Rio Grande do Norte. Natal: Ed. Universitária, 1988.

FIDALGO, E. C. C. Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais. 239 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

FIGUEIRÓ, A. S. Tradição e mudança em geografia física: apontamentos para um diálogo interno. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E (org.). Diálogos em geografia física. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

FISHTEC – Consultores e Associados & FNMA. Caracterização Geral do Município de Grossos: informações gerais e processos evolutivos. Brasília – DF, 2002.

FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FENSTERSEIFER, H. C.; HANSEN, M. A. F. Caracterização, diagnóstico e planejamento da bacia hidrográfica do rio Camaquã. Área temática integrada - aspectos físicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e cobertura vegetal. Relatório PADCT/FINEP, V.I, 2a Parte, 1996.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, n. 1, p. 3 – 27, 1957.

GOOGLE EARTH. Imagem de Satélite. *Software online*, 2011.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

HESP, P. Agênese de cristas de praia e dunas frontais. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 02, 2002.

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico. In: REBOUÇAS, A. da C. et al. Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica. Ministério do Meio Ambiente – Brasília: 2002.

_____ Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Cadernos de formação volume 1: Política Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente – Brasília: MMA, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Banco de dados – IBGE Cidades. [entre 2000 e 2010]. Acesso em 16/08/2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

_____ Censo demográfico de 2000. 2000. Acesso em 13/01/2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

_____ Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente 2002. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2005.

_____ Pesquisa Econômica. 2007. Acesso em 20/07/2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

_____ Pesquisa Econômica. 2008. Acesso em 20/01/2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

_____ Censo demográfico de 2010. 2010. Acesso em 13/01/2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

_____ Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/ids/ids2008.pdf>. Acesso em 10 Jun. 2009.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN. Perfil do seu município – Grossos. V. 8, p. 1-25. Natal, 2005.

_____ Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN. [entre 2000 e 2010]. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/enviados/perfil_g.asp. Acesso em 13/01/2011.

_____ Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA). Anuário Estatístico. 2008. Acesso em 16/08/2010. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/anuario/enviados/anuario_estatistico.asp

_____. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA). Anuário Estatístico, 2010.

IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Mossoroense. Natal: IICA, 2009.

LEFF, E. Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza. Tradução Luis Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LINS, R. C.; ANDRADE, G. O. de. Os rios da carnaúba I: O rio Mossoró (Apodi). 2ª ed. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1977.

LUNA, R. M. Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica (IPH) para o semi-árido brasileiro. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará, 2007.

MACEDO, R. K. de. A importância da avaliação ambiental. In: TAUKE, S. M. (org.) Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

MAGALHÃES JR., A. P. Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MEDEIROS, J. D. F. de. et al. Análise da precipitação e do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu – RN. Natal: EMPARN, 2002.

MEDEIROS, W. K. B. de. Evolução e análise da variável ambiental na gestão pública do município de Mossoró, RN. 2010. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental). Departamento de Gestão Ambiental, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2010.

MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V. da.; THIERS, P. R. L. Os campos de dunas móveis: fundamentos dinâmicos para um modelo integrado de planejamento e gestão da zona costeira. Revista GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, n° 20, p. 101 – 119, 2006.

MENDES, B. V. Biodiversidade e desenvolvimento sustentável no semi-árido. Fortaleza, SEMACE, 1997.

MILARÉ, Édis. Direito do Ambiente: gestão ambiental em foco. 5ª edição – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007.

MILLE JR. G. T. Ciência Ambiental. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite / Monitoramento do bioma caatinga. (Relatório Técnico). Centro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 2010a. Acesso em 25 de março de 2010. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=146>

_____. Validação do monitoramento do desmatamento da caatinga. (Relatório Técnico). Centro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 2010b. Acesso em 25 de março de 2010. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=146>

MONTIBELLER FILHO, G. Crescimento econômico e sustentabilidade. Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia – MG, nº 19, jun, 2007.

NASCIMENTO, F. R. do. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará. Tese (Doutorado em Geografia), Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

NASCIMENTO, R. V. do. Geoprocessamento aplicado a gestão de informações territoriais do município de Grossos-RN: estudo multitemporal de uso e ocupação do solo. Dissertação (Mestrado em Geociências), Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

NOBRE, M. F. O zoneamento ecológico-econômico como instrumento de planejamento e gestão ambiental: uma proposta para a bacia hidrográfica do Corumbataí (SP). Tese de Doutorado (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, 2008.

NUNES, E. Geografia Física do Rio Grande do Norte. Natal: Imagem Gráfica, 2006.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. da. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: Ceará: um novo olhar geográfico. SILVA, J. B. da. et al. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

PETROBRAS. Projeto rio Apodi-Mossoró: integridade ambiental a serviço de todos. (Relatório síntese do projeto 08/02/2007 a 07/05/2009), 2009.

PHILIPPI JR, A. O impacto da capacitação em gestão ambiental. 2002. 240 f. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2002.

RABELO, L. P.; BRITO, P. O. A importância das dunas frontais na avaliação da evolução da linha de costa. V Encontro de professores de geociências de Algarve, Vila Real de Santo António, 2004.

REZENDE, D. A.; DIAS, N. C. Indicadores para gestão ambiental urbana: modelagem e mapeamento. In: Seminário de Gestão de Negócios, 2., 2005, Curitiba. Anais eletrônicos... Curitiba: FAE Centro Universitário, 2005.

Disponível em:

<http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/IIseminario/iniciacaoCientífica/iniciacao_03.pdf> Acesso em: 10 Jun. 2009.

RODRIGUES, C. e ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (org.) Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

RODRIGUES, M. R. Pesquisa Acadêmica: como facilitar o processo de preparação de suas etapas. São Paulo: Atlas, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento ambiental: bases conceituais, níveis e métodos. In: CAVALCANTI, A. P. B. Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997.

RODRIGUEZ, J. M. M. e SILVA, E. V. da. Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: problemática, tendências e desafios. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. Revista Mercator, ano 01, n. 01, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2004.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. La geoecologia Del paisaje, como fundamento para El analisis ambiental. Revista Rede, v. 1, n.1, p. 77-98, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M. et al. Experiencias de planejamento ambiental em Brasil usando La concepcion de La geoecologia de los paisajes (“landscape planning”). In: Silva et al. (organizadores). Gestão dos recursos hídricos e planejamento ambiental. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E (org.). Diálogos em geografia física. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. de.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C. R.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.. – 3ª ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SANTOS, J. A. dos. Sustentabilidade socioambiental da pesca de mariscos em Grossos – RN. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental) Bacharelado em Gestão Ambiental. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN. Mossoró, 2009.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCARDUA, F. P. Governabilidade e descentralização da gestão ambiental no Brasil. 2003. 234 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

SEMARH - Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Natal, 1998.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Acesso em 13/08/2009. Disponível em <http://www.semarh.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBacia.asp>

SIESAL – Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. Relatório Técnico, 2011.

SÍGOLO, J. B. Processos eólicos: a ação do vento. In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

SILVA, A. de B. Sistema de informações geo-referenciadas. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

SILVA, E. V. da. Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem a nível de escala regional e tipológica. Tese de Professor Titular, Departamento de Geografia, UFC, Fortaleza, 1998.

SIQUEIRA, L. A., ARAGÃO, W. M., TUPINAMBÁ, L. A. A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica. 24p, 2002. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47). Acesso em: 20/01/2011. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/download/Documentos47.pdf>

SILVEIRA, V. F. Geoprocessamento como instrumento de gestão ambiental. In: PHILIPPI Jr. Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. (editores). Curso de Gestão Ambiental. Barueri, São Paulo: Manole, 2004.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo dos geossistemas. Métodos em questão. IGEOG/USP. São Paulo, 1976.

SOUSA, E. M. S. de. Indicadores de sustentabilidade dos municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos/RN a partir do modelo pressão-estado-resposta – PER. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental) Bacharelado em Gestão Ambiental. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN. Mossoró, 2009.

SOUSA, M. J. N. de. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: Ceará: um novo olhar geográfico. SILVA, J. B. da. et al. 2^a ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A. Considerações sobre a geografia e o ambiente. Revista Okara: geografia em debate. v1. n1. p. 5 – 15, 2007.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. Revista Saúde e Sociedade. V. 15, n. 1, p. 84 – 95, jan – abr, 2006.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, n. 20, p. 136 – 156, 2007.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 91p.

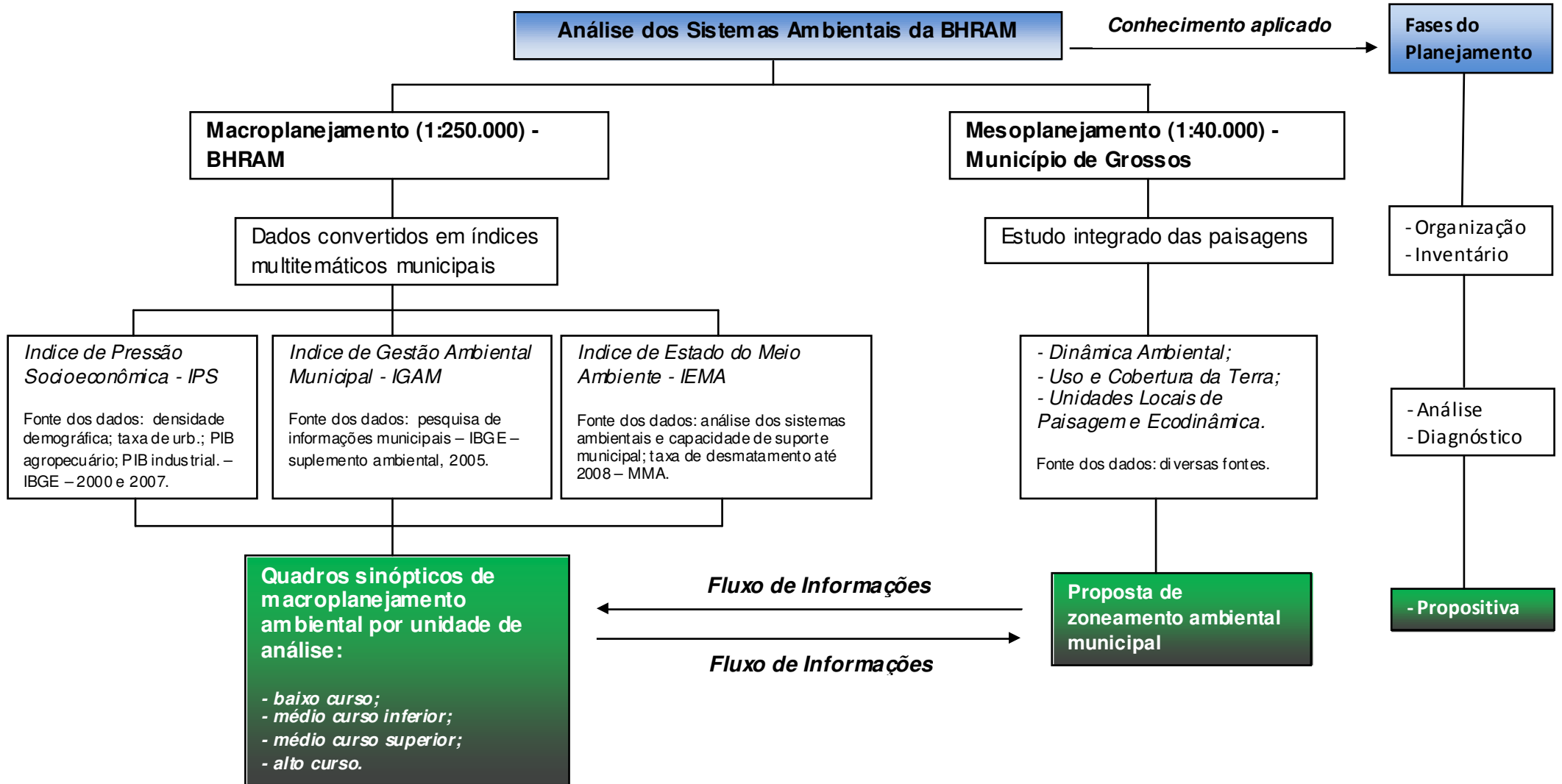
TUNSTALL, D. Developing and using indicators of sustainable development in África: an overview. In: Thematic workshop on indicators of sustainable development. Banjul. Gambia. May 16-18, 1994.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Representação do Brasil. Subsídios ao zoneamento da APA Gama-Cabeça de Veado e Reservas da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos sócioambientais. Brasília: UNESCO, MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado, 2003.

VITAL, H. Rio Grande do Norte. In: MUEHE, D. (org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília, MMA, 2006.

ZACHARIAS, A. A. A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos – SP. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, 2006.

APÊNDICE A – Fluxograma metodológico



ArcView GIS 3.2

File Edit Table Field Window Help

0 of 51 selected

Attributes of Municípios.shp

Município	População	Pop. estim.	População	População	Densidade	Taxa de ur	Idh	Pib	Agricultur	Indu
José da Penha	5908	6177	3287	2621	52.43	55.64	0.629	23122000	2897000	
Riacho de Santana	4200	4437	1986	2614	34.08	37.76	0.621	16613000	2059000	
Marcelino Vieira	8373	8331	4138	4235	23.26	49.42	0.613	30050000	4366000	
Piões	3002	3535	2178	824	43.66	72.55	0.643	13179000	1433000	
Major Sales	2948	3631	2255	693	96.71	76.49	0.630	13083000	1396000	
Água Nova	2678	2952	1630	1048	57.27	60.87	0.587	10612000	982000	
São Miguel	20124	23593	11655	8469	122.70	57.92	0.615	77835000	4325000	
Coronel João Pessoa	4703	4993	1812	2891	40.05	38.53	0.592	16474000	1196000	
Rafael Fernandes	4247	4797	2206	2041	54.44	51.94	0.652	18732000	2832000	
Serinha dos Pintos	4295	4504	1954	2441	4.65	43.17	0.637	15437000	1516000	
Antônio Martins	6797	7245	3157	3630	25.14	46.72	0.636	23713000	2383000	
Lucrécia	3218	3550	1932	1286	109.80	60.04	0.660	13575000	1090000	
Rafael Godói	2953	3251	1752	1201	29.34	59.33	0.637	12897000	1474000	
Frustrado Gomes	4580	4468	2725	1954	71.96	59.52	0.639	16500000	1587000	
Gov. Dix Sept Riosado	11772	12835	5904	5868	11.29	50.15	0.637	11909000	4229000	
Apodi	34174	35768	16353	17821	22.70	47.85	0.654	204705000	15662000	
Caracabas	18810	20471	12304	6506	16.20	65.41	0.614	126034000	7303000	
Viposa	1521	1856	1408	113	44.15	92.57	0.653	8379000	493000	
Francisco Dantas	3021	3008	1571	1450	15.59	52.00	0.622	12358000	1689000	
Riacho da Cruz	2667	3165	2169	498	21.63	81.33	0.624	11360000	709000	
Martins	7725	8386	4194	3531	44.68	54.29	0.694	28653000	2112000	
Janduí	5997	5962	3761	1836	17.41	67.20	0.604	17373000	1896000	
Umantaz	11092	10913	8844	2249	51.95	79.73	0.643	43807000	3334000	
Serra do Mel	8237	9627	8003	34	13.61	99.59	0.619	55095000	8205000	
Olio D'Água dos Borges	4461	4578	3176	1295	31.03	71.19	0.631	15729000	1289000	
Upanema	10991	13334	5043	5948	14.42	45.88	0.589	71107000	5027000	
Severiano Melo	10579	5224	2275	8304	76.90	21.50	0.631	25764000	2821000	
Tabuleiro Grande	2028	2380	1588	421	16.11	79.25	0.641	9888000	1087000	
Itaú	5271	5999	4110	1161	42.06	77.97	0.675	21136000	2365000	
Porta Alegre	6746	7082	2983	3763	63.94	44.22	0.633	22542000	1819000	
Alexandria	13772	14151	8890	4882	34.58	64.55	0.637	50403000	4446000	
Mossoró	213841	244287	199081	14760	108.90	93.10	0.735	2676568000	83806000	
Baracina	18922	24347	11965	6967	25.99	63.26	0.600	136461000	45881000	
Messias Targino	3718	3923	2910	808	29.20	78.27	0.614	16391000	1367000	
João Dias	2586	2824	1189	1407	29.00	45.80	0.587	10289000	760000	
Almino Afonso	5195	5071	3375	1820	37.67	64.97	0.640	18441000	2237000	
Patu	11171	11671	8848	2323	33.69	79.21	0.676	42551000	2422000	

Dados socioeconômicos dos municípios da BHRAM.

ArcView GIS 3.2

File Edit Table Field Window Help

0 of 10 selected

Attributes of Clip57.shp

Shape	ID	Unidade geográfica	Geologia	Solo	Unidades ambientais	Zonas funcionais
Polygon	0	Planície Litorânea	Depósitos Litorâneos	Neossolo Quartzarênico	Transição	Conservação
Polygon	0	Planície Flúvio-Marinha	Depósitos Flúvio-Marinhas	Gleissolo Túnico	Fortemente Instável	Conservação
Polygon	0	Tabuleiro Costeiro	Formação Barreiras	Latosolo Vermelho Amarelo	Estável	Planejamento Urbano
Polygon	0	Tabuleiro Costeiro	Formação Barreiras	Latosolo Vermelho Amarelo	Estável	Uso Sustentável
Polygon	0	Tabuleiro Costeiro	Formação Barreiras	Latosolo Vermelho Amarelo	Estável	Uso Sustentável
Polygon	0	Chapada do Apodi	Formação Janduí	Cambissolo	Transição	Recuperação
Polygon	0	Planície Flúvio-Lacustre	Depósito Flúvio-Lacustre	Neossolo Flúvio	Fortemente Instável	Recuperação
Polygon	0	Planície Flúvio-Lacustre	Depósito Flúvio-Lacustre	Neossolo Flúvio	Fortemente Instável	Recuperação
Polygon	0	Planície Flúvio-Lacustre	Depósito Flúvio-Lacustre	Neossolo Flúvio	Fortemente Instável	Recuperação
Polygon	0	Planície Flúvio-Lacustre	Depósito Flúvio-Lacustre	Neossolo Flúvio	Fortemente Instável	Recuperação

Dados sobre os sistemas ambientais do município de Grosso.

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA

PREFEITURA DE GROSSOS

SECRETARIA MUNICIPAL DO DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

1. Quais os principais aspectos ambientais do município que merecem uma atenção especial por parte da Secretaria?
2. Quais instrumentos de planejamento e gestão ambiental têm sido utilizados para ordenar o uso e ocupação do solo no município de Grossos?
3. Quais as principais dificuldades enfrentadas pela secretaria na condução da gestão ambiental no município?
4. Como Estado e União têm contribuído para melhorar a qualidade ambiental do município?
5. Em termos de gestão ambiental, quais as principais ações que ainda precisam ser postas em prática para diminuir o impacto ambiental do parque salineiro em relação ao rio Apodi-Mossoró e aos recursos hídricos subterrâneos?
6. Quais os desafios para planejar o meio ambiente urbano de Grossos?
7. Existe alguma perspectiva de criação de unidades de conservação para proteger as dunas e os sítios arqueológicos de Grossos?
8. Com relação à questão ambiental, quais as preocupações da secretaria referentes às comunidades litorâneas de Grossos?
9. Existe alguma forma de controle do desmatamento da mata de caatinga no município?
10. Qual a situação atual de funcionamento do conselho de meio ambiente e do fórum da agenda 21 municipal?
11. Qual a perspectiva para a construção do plano diretor municipal?

APÊNDICE D – Imagens da área de estudo



Figura 01 – Moíno holandês preservado no município de Grossos.

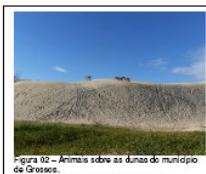


Figura 02 – Animais sobre as dunas do município de Grossos.
Fonte: www.prefeituradegrossos.com.br



Figura 03 – Escorço de cuesta na transição entre a Chapada do Apodi e a Depressão Periférica, no município de Apodi.



Figura 04 – Vista em primeiro plano da depressão periférica, serras do município de Apodi. No segundo plano o maciço residual central, município de Martins.



Figura 05 – Barragem Santa Cruz do Apodi, no município de Apodi.



Figura 06 – Mirante no plano do município de Portiège.



Figura 07 – Vista do conjunto de relevos residuais, município de Martins.



Figura 08 – Microbacia na área de depressão sertaneja.



Figura 09 – Lajedo de São João, Município de Apodi.



Figura 10 – Área desmatada na depressão sertaneja.



Figura 11 – Área desmatada em encosta, próximo a cidade de Luis Gomes.



Figura 12 – Subida do conjunto serrano de Luis Gomes.

APÊNDICE E – Análise da gestão ambiental municipal na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró utilizando sistema de informações geográficas (In: CARVALHO, R. G. de. et. al. Gestão ambiental: estudos aplicados a bacia do rio Apodi-Mossoró. Mossoró, RN: UERN, 2011.)

CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS¹

Rodrigo Guimarães de Carvalho

Fátima Maria Soares Kelting

1 INTRODUÇÃO

A gestão ambiental vem ganhando destaque enquanto mecanismo de administração de conflitos sócio-econômico-ambientais. Representa o setor de atuação do poder executivo mais importante na busca pelos ideais do desenvolvimento sustentável. Para assegurar um ambiente ecologicamente equilibrado o Poder Público deve desenvolver uma série de tarefas, entre as quais, a restauração de processos ecológicos essenciais, a criação de espaços territoriais especialmente protegidos, exigência de estudo de impactos ambientais para a instalação de empreendimentos potencialmente poluidores, promoção da educação ambiental em todos os níveis, entre outras.

Com o advento da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/1981) e a estruturação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) ficou clara a intenção de participação efetiva do Executivo Municipal na gestão do meio ambiente. Com a relativa autonomia garantida pela Constituição Federal de 1988, os municípios brasileiros têm buscado inserir no contexto administrativo local, a gestão ambiental. Na primeira pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2003, sobre as condições da gestão ambiental municipal no Brasil, ficou clara a forma aleatória como esse processo tem sido conduzido. Não existem parâmetros mínimos a serem atendidos pelos entes locais, como por exemplo, a simples existência de um funcionário para cuidar do meio ambiente, um gestor ambiental, assim como, percebe-se uma grande diferenciação na evolução dessa função administrativa entre os municípios das cinco grandes regiões brasileiras (IBGE, 2005).

A principal justificativa para o fortalecimento da gestão ambiental em todos os níveis (federal, estadual e municipal) está na ampliação da força produtiva aliada a ascensão do capitalismo, que vem aumentando as interferências no funcionamento dos sistemas naturais da Terra. A utilização direta de recursos naturais, tanto como matéria prima, como para a disposição de resíduos, tem gerado uma infinidade de problemas socioambientais. Foram fatores decisivos para essa exploração demasiada a revolução industrial e tecnológica, a abertura dos mercados com a globalização da economia, a explosão demográfica e a existência de uma mentalidade pautada na premissa básica que tratava os recursos naturais como infinitos e que vinculava sua exploração desenfreada com a perspectiva de desenvolvimento.

Dias (2008) comenta que nos últimos 300 anos AP o desenvolvimento tecnológico da humanidade foi inigualável, com descobertas em todos os campos da ciência, o que gerou uma grande capacidade de produção e controle dos elementos naturais. Contudo, adverte que,

¹ O presente capítulo representa um resultado parcial de tese de doutorado que vem sendo desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.



...também foi o período histórico em que o ser humano gerou os meios que podem levá-lo à extinção. O homem, sem predadores naturais, torna-se, como afirmava Thomas Hobbes, o lobo de si mesmo. O processo que ora está em curso[...] foi acelerado com a Revolução Industrial e sua compreensão é fundamental para que nos conscientizemos da gravidade da situação e para a obtenção dos meios necessários para sua superação. (DIAS, 2008, p. 01).

Segundo Montibeller Filho (2007), a expansão da economia mundial a partir de meados dos anos 1950, ampliou e tornou mais visível o profundo impacto ambiental que a atividade produtiva estava gerando. Destaca ainda que por volta de 1970 a economia foi apontada como inimiga do meio ambiente e que isso acontecia devido às expressivas diferenças entre as leis que regem a economia e as leis que regem os fenômenos naturais.

Com efeito, no campo econômico regido pela busca incessante de maior e imediato lucro, os capitais são induzidos a produzirem enormes quantidades de mercadorias em giro muito rápido do processo produtivo. [...] A pressão sobre a natureza acelera seus processos naturais - para a produção de bens que são recursos para o sistema produtivo. [...] A pressão se dá ao ser ultrapassada a capacidade de absorção ou de reciclagem natural de resíduos e rejeitos advindos das atividades humanas de produção e de consumo. (MONTIBELLER FILHO, 2007, p. 82)

Miller Jr. (2007) sistematiza oito grandes dimensões em que o homem utiliza a tecnologia para alterar a natureza e atender às suas necessidades crescentes, que tem conduzido o planeta a um quadro de degradação ambiental cada vez mais preocupante:

- i. reduzimos a biodiversidade ao destruir, fragmentar, degradar e simplificar os habitats de vida selvagem;
 - ii. usamos, desperdiçamos ou destruimos um percentual cada vez maior da produtividade primária líquida da Terra, que sustenta todas as espécies consumidoras;
 - iii. fortalecemos algumas populações de espécies nocivas e bactérias causadoras de doenças;
 - iv. eliminamos determinados predadores;
 - v. introduzimos espécies novas ou não-nativas em comunidades;
 - vi. usamos alguns recursos renováveis mais rapidamente do que podem ser repostos;
 - vii. interferimos na ciclagem química e nos fluxos de energia normais nos ecossistemas;
 - viii. tornamos as sociedades cada vez mais dependentes de energia não renovável.
- (MILLER JR., 2007, p.)

Em virtude desse quadro progressivo de alteração da dinâmica natural dos sistemas ambientais, o conceito de desenvolvimento sustentável surge como uma possibilidade de mudança, uma nova visão sobre as formas de apropriação dos recursos e serviços naturais. Esse contexto justifica a preocupação com o incremento da gestão ambiental pelos países, estados e municípios, como forma de minorar os efeitos negativos da ação humana na natureza. Associa-se a essa jornada o desenvolvimento científico de metodologias de análise ambiental, de biodiversidade, técnicas e instrumentos de gestão e planejamento ambiental, em escalas globais, nacionais, regionais e locais.

Diante do exposto, procurou-se nessa pesquisa desenvolver um diagnóstico integrado e especializado sobre as condições de gestão ambiental local nos municípios localizados na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, oeste do estado do Rio Grande do Norte.



2 METODOLOGIA

Para a análise da gestão ambiental local nos 51 municípios que tem sua área total ou parcial situada na região da bacia do rio Apodi-Mossoró, foram sistematizados vários dados secundários provenientes da pesquisa realizada pelo IBGE em 2003 sobre a gestão ambiental municipal no Brasil. O resultado final pretendido foi a construção de um índice de gestão ambiental municipal (IGAM) através da técnica de escala de desempenho aplicada aos municípios da região. Na consecução das etapas procedeu-se a análise espacial dos dados, que foram estruturados em um SIG através da alimentação de um banco de dados e geração de mapas temáticos.

2.1 Delimitação da área de aplicação

O Estado do Rio Grande do Norte encontra-se situado na região nordeste do Brasil, fazendo limite com os estados do Ceará a oeste e Paraíba ao sul e com o Oceano Atlântico nas porções leste e norte. Ocorrem no Estado, bacias hidrográficas menores que deságuam no litoral leste e duas grandes bacias que tem suas desembocaduras direcionadas para o setor norte. São elas as bacias do rio Piranhas-Assu e do rio Apodi-Mossoró. Esta última situa-se na região oeste, fazendo limite com o Estado do Ceará. Na sua delimitação oficial dada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) são excluídos parcialmente os territórios dos municípios de Tibau, Baraúnas e Areia Branca, localizados a noroeste da bacia (bacias 15-1, 15-2 e 15-3), compondo uma área de escoamento difuso. (Figura 01).

Na avaliação da área para a preparação desta pesquisa, optou-se por estender a área de estudo de forma a contemplar os municípios de Tibau, Baraúnas e Areia Branca (Figura 02) e excluir uma pequena porção territorial dos municípios de Assu e Paraú, estes, vinculados com a área de drenagem da bacia do rio Piranhas-Assu. Dessa forma, a área total de aproximadamente 15.500 Km² passou a integrar territórios de 51 municípios. A razão para essas inserções encontra fundamento em pelo menos dois argumentos: primeiro que o uso rigoroso da linha da bacia isolaria as áreas de Tibau, Baraúnas e Areia Branca, dificultando qualquer intervenção ou planejamento; segundo que os limites da bacia devem servir de base para a delimitação de unidades de planejamento, porém, concordamos com Santos (2004) quando expressa que os limites devem ser flexibilizados em função de interações diversas das naturais-hidrológicas, como as socioeconômicas, por exemplo.

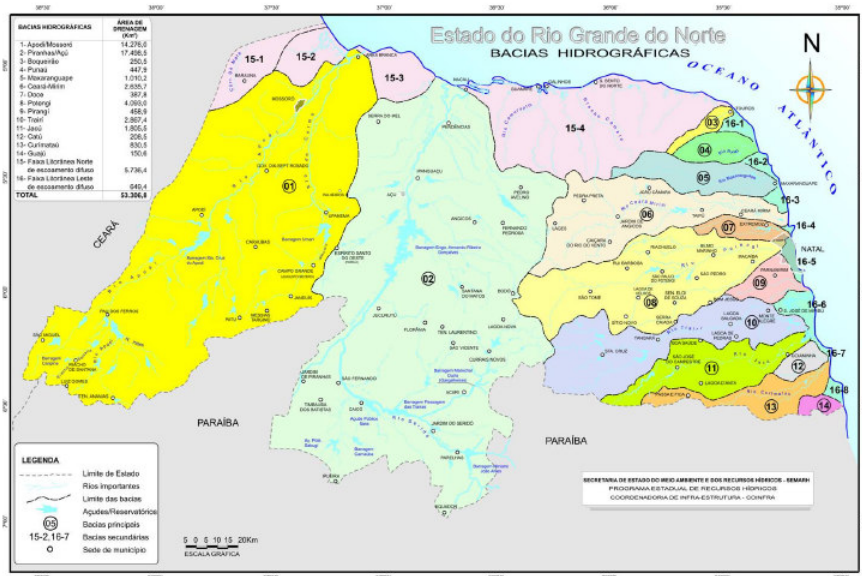


Figura 01 - Bacias Hidrográficas do RN.
Fonte: SEMARH

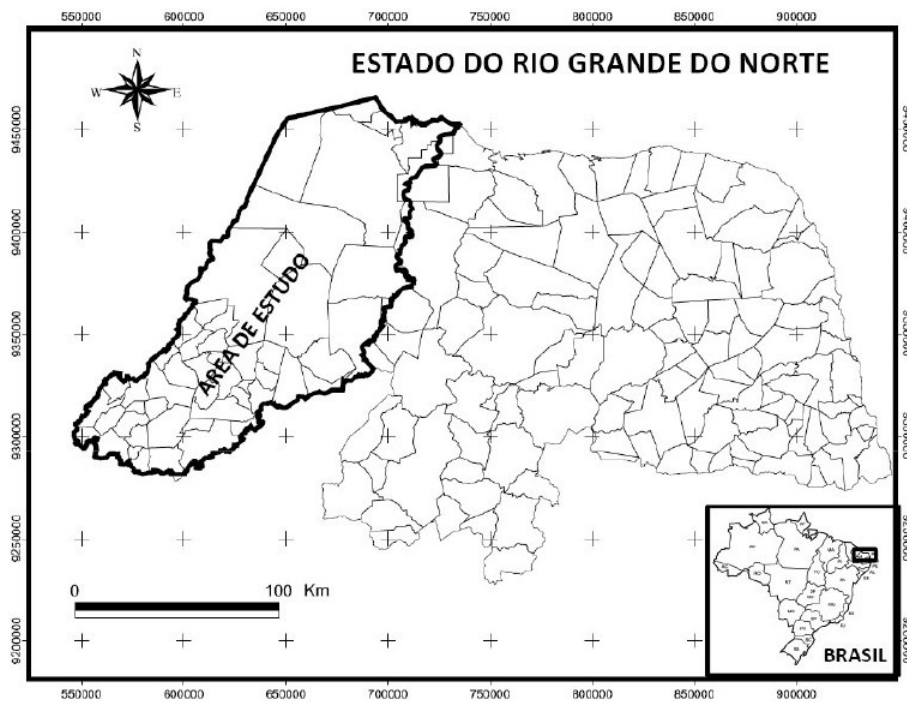


Figura 02 - Localização da área de estudo
Fonte: Elaboração própria

2.2 Parâmetros avaliados e sistemática de análise



A pesquisa realizada pelo IBGE trouxe uma vasta lista de dados, um conjunto amplo de informações que carecem de análise e tratamento para subsidiar as políticas públicas ambientais no Brasil. De acordo com IBGE (2005) os principais objetivos da pesquisa foram

(...) levantar um conjunto de informações ambientais que retratassem o estado do meio ambiente local; identificar pressões antrópicas, ou seja, causadas, direta ou indiretamente pelas atividades humanas sobre o meio ambiente, em especial aquelas que interferem no recurso água, ar, solo, flora e fauna; identificar os esforços pró-ativos dos governos municipais tendo em vista a adoção de programas e ações de caráter ambiental; auxiliar os gestores públicos no planejamento ambiental e no processo de tomada de decisões; subsidiar futuras pesquisas voltadas ao planejamento e gestão ambiental; apontar necessidades de processos de monitoramento e avaliação do estado do meio ambiente local. (IBGE, 2005, p. 12).

Ainda segundo IBGE (2005), para a obtenção dos dados, caso houvesse uma secretaria de meio ambiente esta seria a responsável pelas informações. Caso o município não tivesse uma secretaria que tratasse da questão ambiental, a informação seria obtida junto ao departamento, assessoria, setor ou órgão similar, responsável pelas questões ambientais, desde que sua gestão fosse municipal. Na ausência de qualquer instância administrativa na prefeitura que tratasse da questão ambiental, o questionário deveria ser respondido pelo Prefeito ou pessoa por ele delegada, desde que fizesse parte da estrutura administrativa do município. Com relação aos temas abordados, cita-se IBGE (op cit.),

Os temas abordados na pesquisa versaram sobre a estrutura administrativa na área de meio ambiente, a articulação institucional, o andamento da Agenda 21 local, a origem dos recursos financeiros específicos para o meio ambiente, a existência de legislação ambiental municipal, as ações de caráter ambiental efetivamente praticadas e a existência de unidades municipais de conservação da natureza. Efetuou ainda um diagnóstico do meio ambiente local a partir da percepção do gestor ambiental municipal. Neste particular, a pesquisa levantou o estado atual do meio ambiente municipal, as pressões que atuam na sua degradação e as respostas que o poder público dispõe para fazer frente aos problemas apontados (IBGE, 2005, p. 13).

Entre os dados levantados pelo IBGE, utilizamos nessa pesquisa apenas os referentes à estrutura administrativa na área de meio ambiente. Os dados que tratam do diagnóstico do meio ambiente local a partir da percepção do gestor ambiental municipal, embora importantes, nos parecem carregados de muita subjetividade uma vez que se originam da percepção de uma única pessoa, ainda mais, sendo essa pessoa vinculada a estrutura administrativa local e atrelada a uma conjuntura política, num cenário social, o qual fazer parte de um determinado grupo, pode influenciar decisivamente na concepção perceptiva das condições ambientais. Deste modo, nos conduzimos inicialmente pelos conteúdos esboçados na Quadro 01.

Quadro 01 - Componentes da análise da gestão ambiental municipal

ÁREA ANALISADA	DESCRIÇÃO GERAL DOS ATRIBUTOS AVALIADOS
EXISTÊNCIA DE ÓRGÃO AMBIENTAL	Foi avaliado se o município possuía órgão para tratar da gestão ambiental, se esse órgão era uma secretaria ou um departamento vinculado a outra secretaria.
FUNCIÓNÁRIOS QUE	Foram avaliadas a quantidade de funcionários ativos vinculados à

TRABALHAM NA GESTÃO AMBIENTAL	atividades de gestão ambiental no município. Também verificou-se se o município terceiriza serviços na área ambiental.
CONSELHOS DE MEIO AMBIENTE: EXISTÊNCIA E ASPECTOS QUALITATIVOS DE SUA ATUAÇÃO	Avaliou-se a existência ou não de conselhos de meio ambiente, bem como, aspectos relativos ao seu funcionamento.
PARTICIPAÇÃO EM COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	Foi avaliado se o município participa de comitês de bacia.
AGENDA 21 LOCAL	Vários parâmetros foram avaliados, desde a existência de agenda 21 municipal, até seu nível de evolução enquanto fórum de planejamento local.
LEGISLAÇÃO AMBIENTAL MUNICIPAL	Foi verificada a existência de legislação ambiental editada e homologada pelo poder público municipal.
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	Foi verificado se o município já havia instituído unidades de conservação.
AÇÕES DE CARÁTER AMBIENTAL	Várias ações como a aplicação de multas, elaboração de planos de gestão, programas de educação ambiental, etc. foram avaliadas.

Fonte: Adaptado de IBGE (2005)

De posse do banco de dados do Suplemento Ambiental produzido pelo IBGE, capturamos os resultados referentes aos 51 municípios que possuem sua área territorial totalmente ou parcialmente inserida na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Esses dados foram transpostos para tabelas e posteriormente conectados à base cartográfica em ambiente computacional Arcview 3.1. Dependendo do tipo de informação, se dicotômica, numérica ou múltipla, foi gerada uma sistemática quantitativa de agregação (Quadro 02).

Como proposta de mapa índice de gestão ambiental municipal, todos os dados considerados nessa pesquisa foram integrados. Os quesitos relacionados à prática de gestão ambiental local ou alguma ação que a favoreça foram transformados em pontuação. Nas questões dicotômicas, quando a resposta foi “sim” acrescentou-se 1 ponto a soma total. Na questão relacionada à existência de órgão ambiental, a Secretaria Exclusiva pontuou 2 e o Departamento ou Órgão Similar pontuou 1. A quantidade absoluta de funcionários que trabalham na área ambiental foi transformada em uma escala como mostra o Quadro 01 e cada nível teve uma pontuação. Para os municípios que manifestaram terceirizar os serviços na área ambiental foi considerada a pontuação 2, no entanto é difícil dimensionar o poder de atuação do executivo municipal nesses casos, o que pode comprometer os resultados da análise para casos bem particulares. Outros quesitos pontuados foram as condições de funcionamento dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente no tocante a sua existência e as condições de funcionamento, participação em Comitê de Bacia, funcionamento da Agenda 21 local, existência de legislação ambiental e de unidades de conservação e ações de caráter ambiental. A soma total desses pontos gerou o Índice de Gestão Ambiental Municipal. O estabelecimento da pontuação geral obedeceu a critérios subjetivos, estando, portanto, ainda em experimentação e sujeito a novas parametrizações em futuras pesquisas.

Quadro 02 - Parametrização dos dados de gestão ambiental municipal

INDICADORES	FATORES DE ANÁLISE	PONTOS	PONTUAÇÃO MÁXIMA
1 Existência de órgão ambiental	- Não possui órgão ambiental	0	2
	- Departamento ou órgão similar	1	
	- Secretaria exclusiva	2	
2 Funcionários ativos na gestão ambiental	- Não possui	0	6
	- 1 a 3	1	
	- 4 a 6	2	
	- 7 a 9	3	
	- 10 ou mais	4	

	- Terceiriza serviços na área ambiental	2	
3 Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	- Sim	1	
	- Não	0	1
4 Aspectos qualitativos dos Conselhos	- Reunião nos últimos 12 meses	1	
	- Frequência mensal	1	4
	- Caráter deliberativo	1	
	- Paritário ou acima	1	
5 Participação em Comitê de Bacia	- Sim	1	
	- Não	0	1
6 Agenda 21	- Elaboração iniciada	1	
	- Fórum instalado	1	
	- Formalização legal	1	
	- Estágio de sensibilização	$\frac{1}{2}$	7
	- Estágio de diagnóstico	$\frac{2}{2}$	
	- Estágio de elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentável	$\frac{3}{3}$	
	- Estágio de implementação	$\frac{4}{4}$	
7 Legislação ambiental municipal	- Sim	1	
	- Não	0	1
8 Unidade de Conservação Municipal	- Sim	1	
	- Não	0	1
9 Ações de caráter ambiental	- Aplicações de multas	1	
	- Auditorias empresas públicas e privadas	1	
	- Cassação de renovação de Licença da renovação da licença de funcionamento	1	
	- Controle de vetores de doenças	1	
	- Controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana	1	
	- Elaboração de Plano de Gestão e Zonamento Ecológico-Econômico	1	
	- Incentivo ao Turismo Ecológico	1	13
	- Impedimento de Participação de firmas em processos licitatórios	1	
	- Impedimento de obtenção de incentivos fiscais a atividades poluidoras	1	
	- Medidas judiciais e/ou administrativas	1	
	- Programa de Educação ambiental	1	
	- Programa de controle biológico de pragas	1	
	- Suspensão temporária do funcionamento de atividades poluidoras	1	
	TOTAL DE PONTOS POSSÍVEIS		

*Pontuações não cumulativas.

A possibilidade de análise desses dados em ambiente de SIG é muito ampla. Por exemplo, é possível avaliar a relação entre o tipo de órgão ambiental municipal e o desenvolvimento de ações de caráter ambiental, o tipo de órgão ambiental e o número de funcionários ativos em meio ambiente, o número de funcionários e as ações de caráter ambiental, os municípios que possuem o conselho municipal de meio ambiente funcionando e que estão em situação avançada na elaboração da agenda 21. É possível relacionar também o tamanho da população, o PIB total, o PIB per capita e o Índice de Desenvolvimento Humano com os dados de gestão ambiental municipal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da Gestão Ambiental Local

Está em curso, uma tendência nacional de fortalecimento da gestão ambiental nos municípios brasileiros. A importância do tema requer a análise de como esse processo vem acontecendo, quais as principais potencialidades e dificuldades a serem enfrentadas. No caso de uma bacia hidrográfica, considera-se de fundamental importância a participação dos municípios nessa questão, sendo a gestão ambiental, tão importante quanto à própria gestão da água para promover a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Nos tópicos seguintes serão discutidos os principais resultados alcançados pela pesquisa realizada pelo IBGE sobre a gestão ambiental municipal no Brasil, considerando o universo de municípios existentes na área da bacia do rio Apodi-Mossoró. Serão apresentados os indicadores separadamente, com seus respectivos mapas temáticos, e posteriormente formulado o IGAM.

3.1.1 Estruturação da administração do meio ambiente

Segundo IBAMA (2006), os municípios, ao elaborarem um planejamento territorial baseado em princípios de sustentabilidade, devem considerar um crescimento econômico que proporcione distribuição de renda; alocação e gestão eficiente de recursos públicos; utilização adequada dos recursos naturais; maior equilíbrio entre o espaço rural e o urbano e respeito às tradições culturais das populações. Cita também que para esses requisitos serem atendidos, a área de meio ambiente não pode ser vista como um departamento isolado, sem recursos e funcionários. O meio ambiente deve ser um elemento estruturador das políticas municipais e permear todas as áreas administrativas.

A existência de um órgão ou departamento para tratar especialmente da gestão ambiental é um fator crucial para possibilitar um conjunto adequado de ações administrativas na busca da sustentabilidade. Assim como as outras secretarias especializadas devem guardar coerência com a dimensão de sua área temática, as secretarias de meio ambiente devem apresentar uma estrutura adequada à complexidade das questões socioambientais que envolvam o território municipal e compor o SISNAMA como órgão de ponta, com maior poder de visualização dos problemas ambientais.

Contudo, segundo IBGE (2005), a constituição de órgãos ambientais municipais no Brasil conviveu com processos adversos, entre os quais às fortes restrições impostas por crises econômicas, pela Lei de Responsabilidade Fiscal que impunha restrições a contratação de novos técnicos e a pressão social por serviços diversos sob a responsabilidade dos municípios.

Scardua (2003) aponta outros fatores que tem contribuído para dificultar e fazer com que a descentralização da gestão ambiental ocorra de forma descontínua no tempo e no espaço:

[...] falta de técnicos nos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente; falta de capacitação e treinamento; salários defasados, quando comparados aos praticados pela iniciativa privada; instituições despreparadas para assumir atividades ambientais; carência de recursos financeiros e de infraestrutura; ausência de instrumentos de gestão ambiental ou instrumentos ultrapassados [...] (SCARDUA, 2003, p. 03)

Considerando a quantidade absoluta da população municipal, o IBGE (2005) verificou que todos os municípios brasileiros com mais de 500 mil habitantes possuíam algum órgão de meio ambiente. Já entre os municípios com até 5.000 habitantes apenas 2% apresentam secretaria exclusiva para tratar de meio ambiente, enquanto 49% não apresentam estrutura institucional para tratar dessa área temática.

Na área de estudo, a maior parte dos municípios possui até 10.000 habitantes como mostra a Figura 03. Nesse gráfico, foi excluído o município de Mossoró para facilitar a

visualização dos dados. Isso ocorre devido à grande discrepância entre o tamanho da população deste município que é de 213.841 habitantes frente aos demais que não ultrapassam os 35.000 habitantes.

Apenas 6 municípios possuem secretaria exclusiva de meio ambiente. Nestes, estão incluídos os 3 municípios com maior população, Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros. Dos outros 3 municípios, Patu, Serra do Mel e Portalegre, apenas Patu ultrapassa os 10.000 habitantes. Outros 14 municípios possuem departamento, secretaria conjunta ou órgão similar. Os 31 municípios restantes não apresentam estrutura administrativa municipal de gestão ambiental (Figura 04).

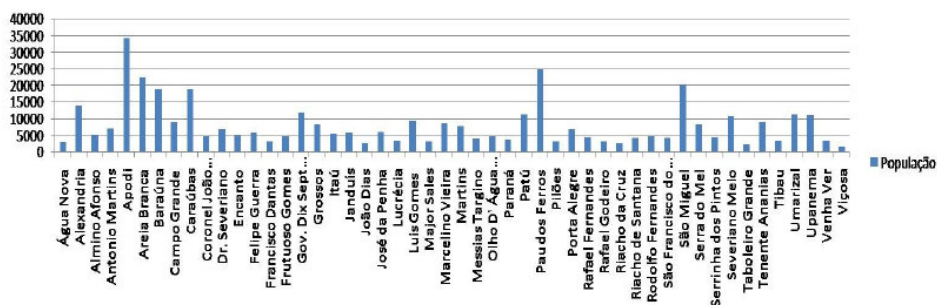


Figura 03 - Número de habitantes dos municípios estudados, com exceção de Mossoró.
Fonte: IBGE (2005)

Os municípios com alguma estrutura administrativa ambiental estão presentes no baixo curso da bacia abrangendo sistemas ambientais como a planície litorânea, planície flúvio-marinha, tabuleiro pré-litorâneo e planícies fluviais. Parcialmente, também recobrem a chapada cuestasiforme do Apodi e de forma bastante pulverizada a depressão sertaneja e os maciços cristalinos.

A situação geral dos municípios da área em estudo reforça o pensamento de Camargo (2008) que considera que o papel dos municípios na melhoria das políticas ambientais é estratégico e precisa ser ampliado e consolidado, considerando, no entanto, que o quadro existente ainda está muito aquém de suas possibilidades e de sua importância.

Reforçamos a idéia de que a simples existência de uma estrutura administrativa ambiental nos municípios, não garante uma prática exitosa de gestão ambiental. Contudo, para que exista uma contribuição por parte dos municípios na gestão ambiental territorial e dos recursos naturais é fundamental a constituição de algum órgão ou departamento responsável por essa pasta. Portanto, não pretendemos com esse estudo esgotar a temática, mas apenas evidenciar, a partir dos dados verificados no Suplemento Ambiental do IBGE, a forma como está distribuída a gestão ambiental municipal na área da bacia do rio Apodi-Mossoró como forma de contribuir para a análise ambiental, integrada à análise institucional.

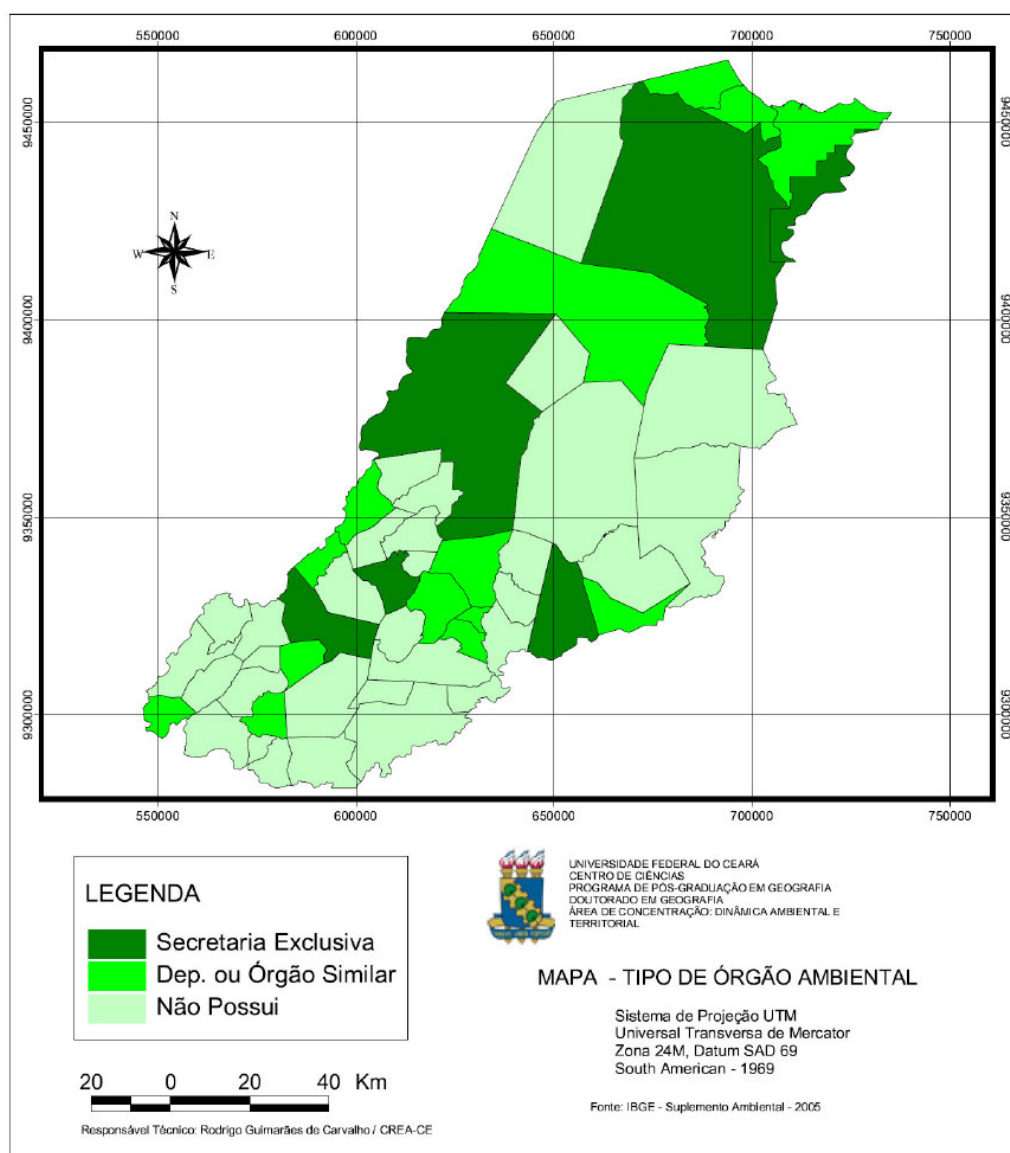


Figura 04 - Tipo de órgão ambiental municipal.

Com relação ao quadro de funcionários, o IBGE desenvolveu uma metodologia de pesquisa englobando um grupo relacionado aos funcionários ativos (com vínculo empregatício) e outro com funcionários sem vínculo empregatício. Por outro lado, também considerou os serviços terceirizados na área ambiental.

Considerando o território brasileiro, o nordeste apresenta o menor número médio de servidores com vínculo (Figura 05).

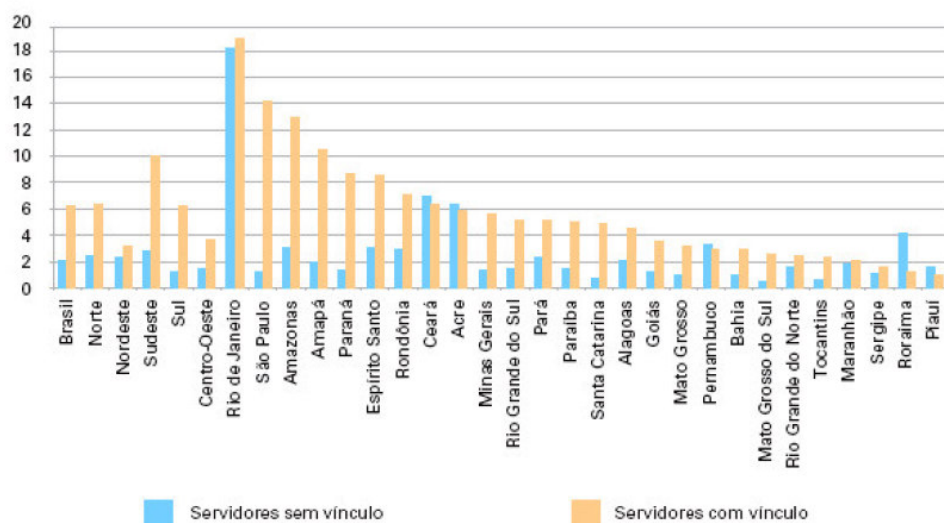


Figura 05 - Número médio de servidores, por tipo de vínculo, segundo grandes regiões e Unidades da Federação - 2002. Fonte: IBGE (2005).

Na elaboração do mapa temático consideramos para os municípios da área de estudo apenas os funcionários ativos na área ambiental que foram distribuídos em quatro classes quantitativas (Figura 06). Dessa maneira, vão existir municípios que possuem secretaria exclusiva ou departamento ou órgão similar e que não apresentaram nenhum funcionário ativo em meio ambiente. Esses municípios podem possuir serviços prestados sem vínculo empregatício ou terceirizados.

O município que mais se destacou quanto ao número de funcionários ativos em gestão ambiental foi Pau dos Ferros, localizado na depressão sertaneja, com 13 funcionários. Do quadro total 14 municípios possuem funcionários ativos em gestão ambiental e 37 municípios não possuem funcionários nessa área.

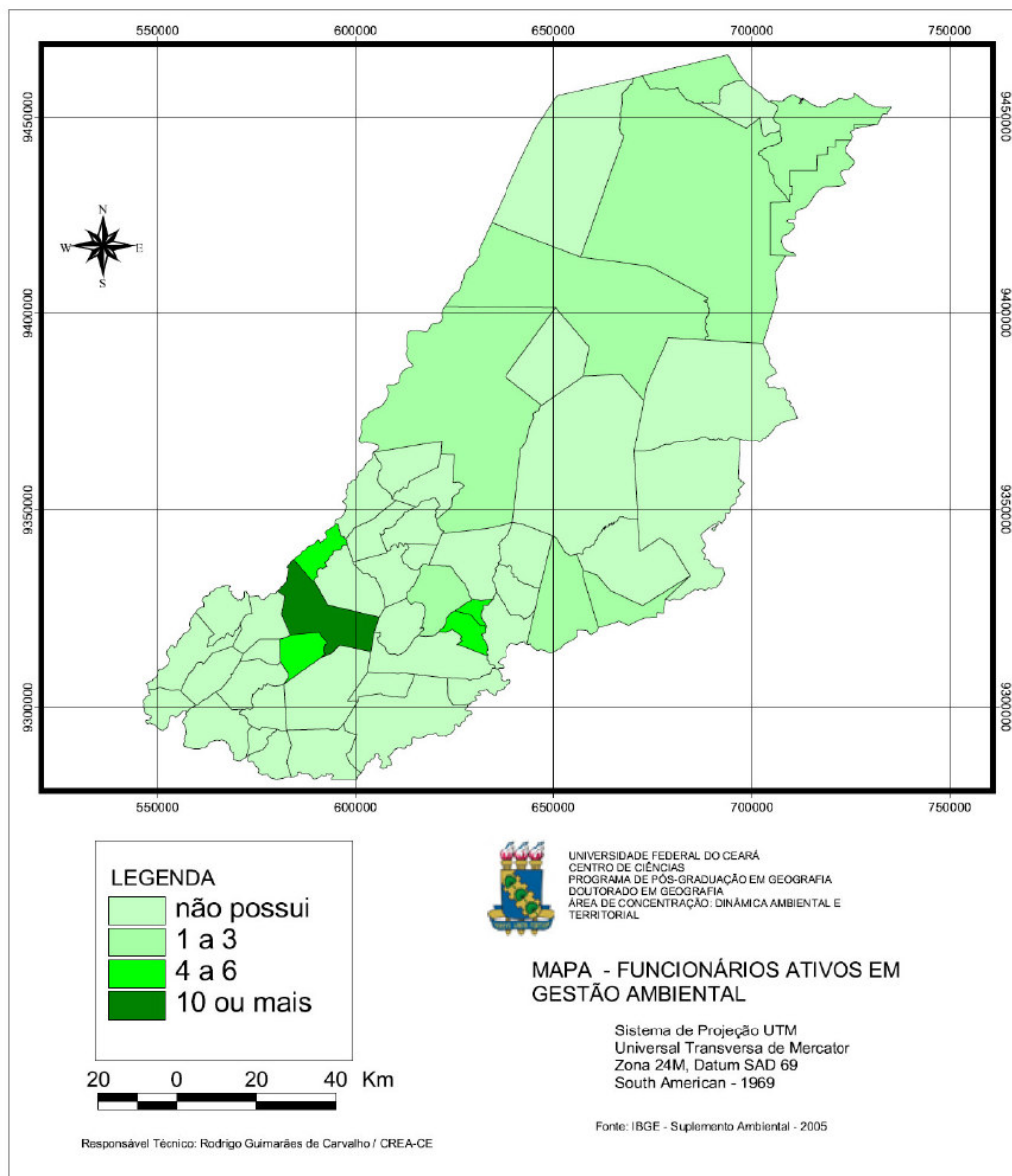


Figura 06 – Funcionários ativos em meio ambiente.

Além da necessidade de pessoal para trabalhar na gestão ambiental municipal, fatores como o tipo de vínculo (funcionários públicos efetivos ou temporários) e a capacitação técnica desses profissionais são elementos importantes para qualificar e fortalecer essa pasta de trabalho no âmbito municipal. A contratação de profissionais graduados em gestão ambiental² é um caminho que deve ser seguido dada a ploriferação de cursos de graduação nessa área. As

² Está em franca expansão a criação de cursos de nível superior em gestão ambiental no Brasil. Tecendo uma discussão sobre o posicionamento profissional dessa nova área de formação, Almeida Junior (2007), destaca que só no estado de São Paulo existem 48 cursos de graduação em Gestão Ambiental, entre bacharelados e tecnólogos.

universidades também devem desenvolver parcerias para a qualificação técnica dos profissionais vinculados a gestão ambiental nos municípios. Na área de estudo, destacamos a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como uma das pioneiras do nordeste na criação do curso de Bacharelado em Gestão Ambiental em 2003, com funcionamento inicial na cidade de Areia Branca e posterior transferência para a cidade de Mossoró.

Philippi Jr. (2002) destaca que a emergência dos problemas ambientais e a conseqüente necessidade de dar vazão a planos, programas e projetos que internalizem os preceitos da análise ambiental multi e interdisciplinar consolida a necessidade de uma gestão ambiental que necessita de profissionais com uma visão de conjunto, capazes de desenvolver processos de mediação de conflitos dentro de uma visão holística.

Outro marco importante que teve o intento de promover a capacitação de gestores ambientais locais foi o Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais (PNC). Na época, a então Ministra do Meio Ambiente Marina Silva, destacou a importância do programa para fortalecer o SISNAMA, contribuir com a formação dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente e incentivar as prefeituras a assumirem suas funções na política ambiental brasileira (IBAMA, 2006).

O quadro identificado na área de estudo, no que se refere à existência de órgão ambiental e o número de funcionários ativos em gestão ambiental, denota a enorme deficiência da contribuição municipal para o desenvolvimento sustentável da região, uma vez que, na ausência do apoio municipal, toda a carga de trabalho nas áreas que envolvem a questão ambiental como planejamento, educação ambiental, licenciamento, fiscalização e controle ambiental recaem sobre os órgãos estadual e federal. Por sua vez, esses órgãos também apresentam enormes carências de funcionários e infraestrutura para desenvolver suas atividades.

O funcionamento de Conselhos Municipais de Meio Ambiente (COMMAMs) é um indicador importante da qualidade e transparência da gestão ambiental. Tem sido significativa a participação da sociedade civil nos processos decisórios que se referem à instalação de empreendimentos, obras de infraestrutura ou definição de programas de ações ambientais nos municípios brasileiros.

Observando as Figuras 07 e 08 podemos perceber que os melhores indicadores da condição de funcionamento de conselhos municipais ocorrem nos municípios com maior contingente populacional com supremacia dos municípios situados nos estados da região sudeste, sul e centro-oeste.

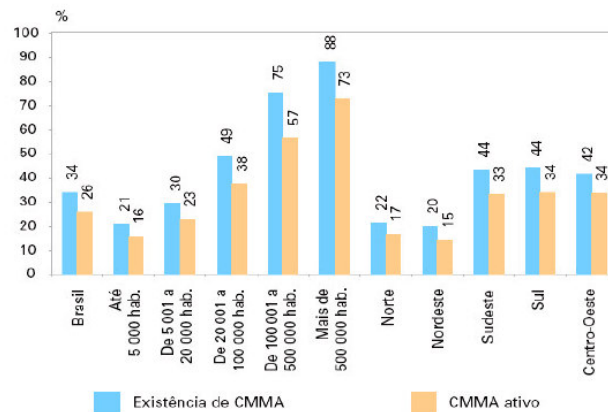


Figura 07 - Percentual de municípios com Conselho Municipal de Meio Ambiente, total e ativo, por classes de tamanho da população dos municípios e grandes regiões - 2002.
Fonte: IBGE, 2005.

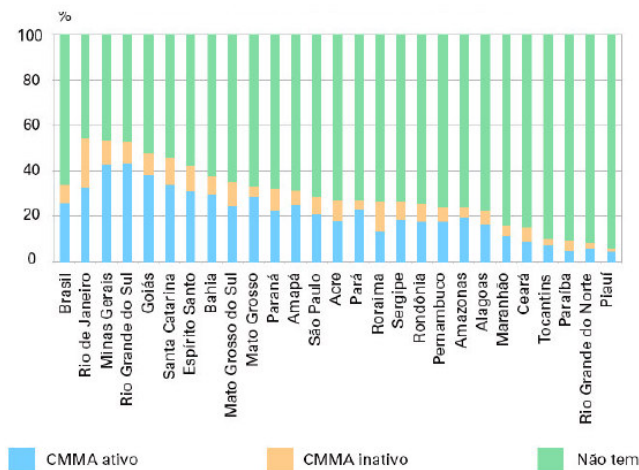


Figura 08 - Percentual de municípios, por condição de existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente total, segundo Unidades da Federação - 2002.
Fonte: IBGE, 2005.

Uma pesquisa realizada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente no estado de São Paulo em 1997 com 450 municípios de um total de 650, já apontava uma relação entre o contingente populacional e a existência de COMMAMs, verificando que quanto menor o número de habitantes no município, menor o índice de existência de conselhos municipais de meio ambiente (CASTRO et al., 1999).

Na Figura 09 aparecem em destaque os municípios que apresentam COMMAMs instalados estando dispostas as escalas de pontuação conforme os valores expressos na metodologia deste trabalho para os quesitos i) reunião nos últimos doze meses; ii) frequência mensal; iii) caráter deliberativo e iv) paritário ou acima. Obtiveram pontuação 3 os municípios de Grossos e Portalegre. Esse caso, considerando a tendência relacional entre população total municipal x COMMAMs, representa uma exceção visto que esses municípios possuem pouco mais de 5.000 habitantes. Os municípios de Apodi e Pau dos Ferros, respectivamente 2º e 3º maiores populações entre os municípios estudados não possuem COMMAMs. O município de

Mossoró com apenas 1 ponto, possui formalmente o COMMAM, porém inativo. Areia Branca e Patu obtiveram 2 pontos. Os outros 46 municípios estudados não possuem COMMAM conforme IBGE (2005).

21

Destacamos que em recente pesquisa realizada sobre o funcionamento do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Mossoró (CONDEMA) constatou-se que este foi criado no ano de 1998. Quando criado teve apenas uma reunião, permanecendo inativo. No ano de 2007, o CONDEMA foi reativado, foram eleitos os seus membros, mas a sua composição só foi concluída no ano seguinte, onde estes foram nomeados. Desse modo, a partir do ano de 2008 este se mantém ativo, com reuniões periódicas. Em relação às competências do CONDEMA, ainda no ano de 2008, a Lei Municipal 026 que instituiu o Código de Municipal de Meio Ambiente alterou suas competências, passando este a ser deliberativo, assessorativo, consultivo e recursivo, sendo o único conselho do município com tais características (MEDEIROS, 2010). Essas informações mostram que os dados do Suplemento Ambiental produzidos pelo IBGE e publicados em 2005, devido à grande dinâmica inerente ao processo de internalização da gestão ambiental nos municípios brasileiros, podem estar bastante defasados, necessitando de atualização.

Abordando a descentralização e o processo participativo na política brasileira, Camargo (2008) coloca que o processo participativo fortaleceu-se com a multiplicação de conselhos nas mais diversas áreas nos estados e municípios, mas que esses ainda são de eficácia duvidosa devido, muitas vezes, à falta da capacidade deliberativa e manipulação por forças políticas de governo ou oposição. Conforme a abordagem da autora fica nítido o entendimento de que o simples fato de um município apresentar indicadores favoráveis sobre o funcionamento do conselho, não garante a efetividade desse instrumento participativo na solidificação da PNMA.

Carvalho et al. (2005) corroborando com a idéia de subjetividade, que transpassa a simples mensuração de indicadores na avaliação do grau de favorecimento dos COMMAMs à efetividade da gestão ambiental municipal, aponta que o conselho de meio ambiente,

[...] onde ele existe formalmente, funciona de maneira diferenciada, dependendo do grau de democratização alcançado pelos grupos que o compõem no Município, da frequência com que seus conselheiros realizam reuniões e da intensidade da fiscalização que venha a exercer. Do mesmo modo, as recomendações do Conselho ou deliberações aí tomadas dependerão, eventualmente, para serem efetivadas, tanto do peso político que a entidade possui na administração local, quanto de recursos nem sempre disponíveis em nossas municipalidades (CARVALHO et al., 2005, p. 02).

Sugere-se assim, pesquisas mais aprofundadas que tenham como objeto de análise, a investigação sobre as articulações sociais e políticas envolvidas na dinâmica desses conselhos, em destaque os conselhos municipais de meio ambiente.

Desse modo, esse trabalho representa um primeiro esforço de adaptação da pesquisa produzida pelo IBGE no sentido de organizar, mensurar e espacializar os dados, facilitando a visualização e levando ao confronto com outras informações ambientais produzidas e disponibilizadas em outras plataformas.

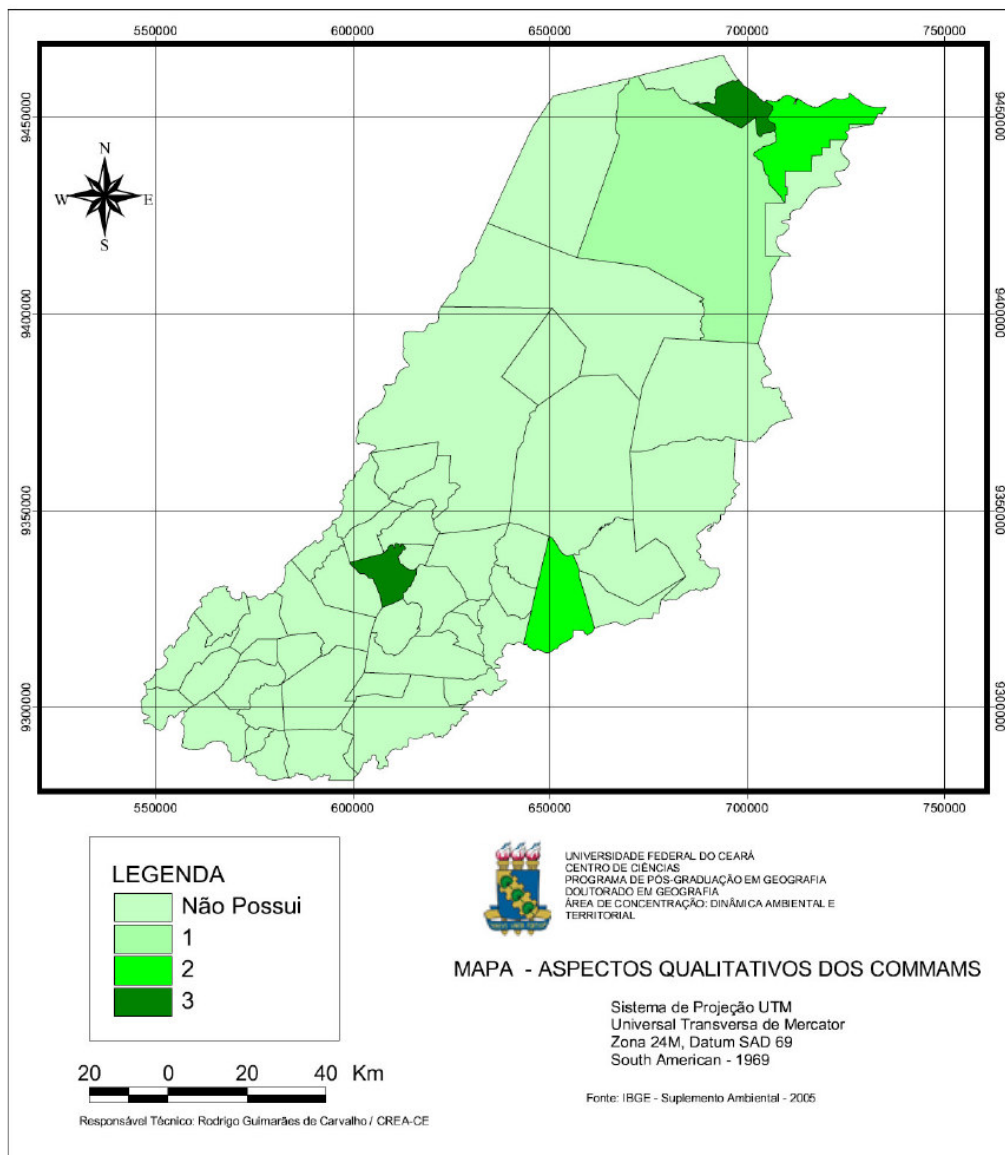


Figura 09 – Aspectos qualitativos dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente da área de estudo.

Com relação às ações de caráter ambiental, este quesito engloba uma série de questões que envolvem a dinâmica institucional em torno da busca pelo controle e mitigação dos impactos e processos de degradação ambiental que se desenvolvem nos municípios. Considerando apenas esse aspecto, poderia ser obtido pelos municípios o máximo de 13 pontos. O município que apresentou a maior pontuação da área de estudo foi Areia Branca, situado no baixo curso do rio Apodi-Mossoró, com 5 pontos. Dez municípios não pontuaram nesse quesito (Figura 10).

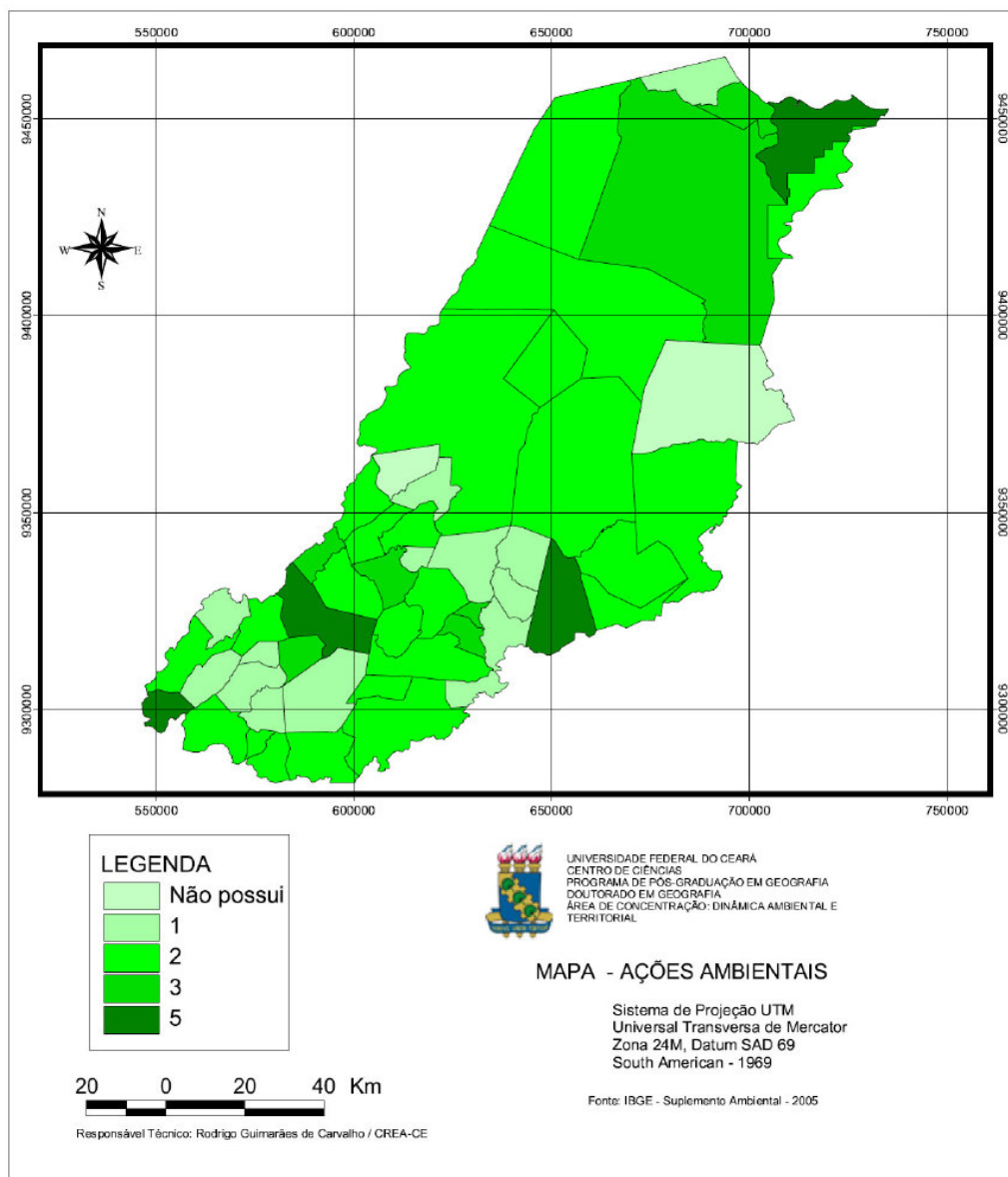


Figura 10 – Ações de caráter ambiental.

Vinte municípios relataram participar de comitê de bacia. Grande parte desses municípios tem uma relação direta com o rio Apodi-Mossoró sendo a participação em comitês de bacia uma estratégia muito importante para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, especialmente à água. Contudo considera-se esse número como uma evidência do fraco desempenho da gestão ambiental na bacia (Figura 11).

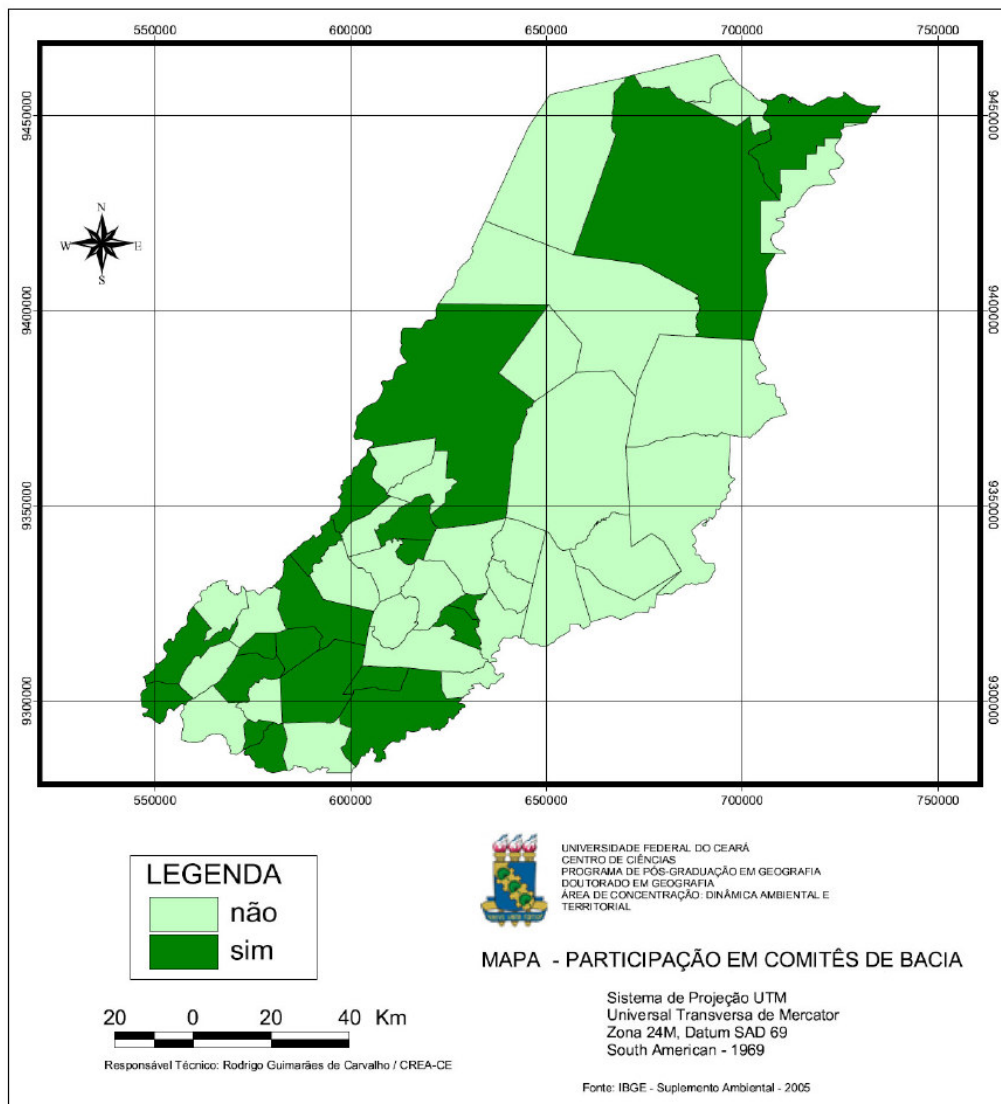


Figura 11 - Municípios que participam de comitês de bacia.

A agenda 21 local é um importante fórum democrático de planejamento para os municípios brasileiros. A origem desse instrumento se deu na Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que ocorreu em 1992 na cidade do Rio de Janeiro. Foi o documento mais importante elaborado nessa reunião e deve ter desdobramentos nos níveis global, nacional, regional e local.

IBGE (2005) define a agenda 21 local como

[...] o processo participativo e multissetorial de construção de um programa de ação estratégico dirigido para o desenvolvimento sustentável local. Seu principal objetivo é a formulação e implementação de políticas públicas, por meio de uma metodologia participativa que uma governo e sociedade. Implica num processo de negociação que

não tem por objetivo esconder conflitos; ao contrário, reconhece sua existência e procura pactuar formas de resolvê-los. Desta forma, os diversos segmentos da sociedade local devem estar incluídos, de maneira a conjugar as dimensões sociais, econômicas, político-institucionais, culturais e ambientais da sustentabilidade (IBGE, 2005, p. 60).

25

Ainda segundo o IBGE (2005), a relação entre o tamanho da população e a existência de agenda 21 local é de direta proporcionalidade. Essa relação é verificada em praticamente todos os quesitos que foram analisados, considerando-se a esfera de municípios existentes no território nacional. Para reforçar essa idéia, a pesquisa realizada pelo IBGE aponta que entre os municípios com até 5.000 habitantes, 16,5% possuíam Agenda 21. Já entre os municípios com mais de 500.000 habitantes, esse percentual chegou a 69,7%, como pode ser evidenciado na Figura 12.

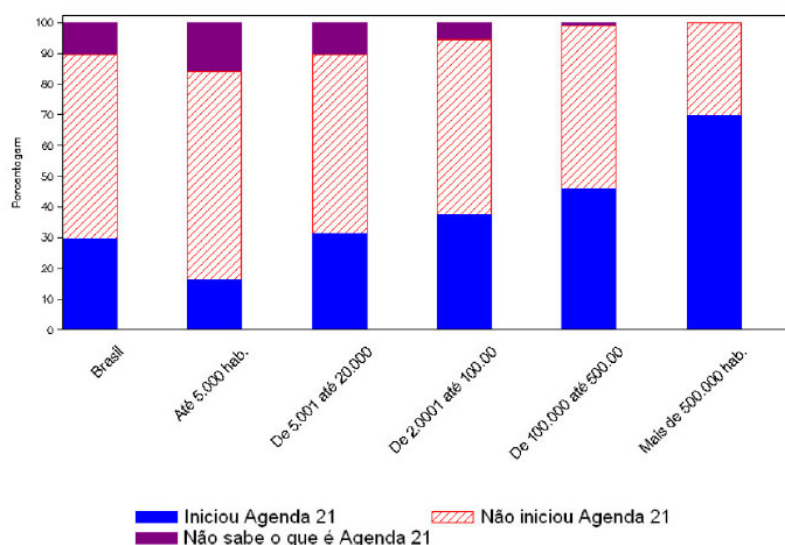


Figura 12 - Relação entre o estágio da Agenda 21 municipal e tamanho da população nos municípios brasileiros. Fonte: CARLO (2006), baseado em IBGE (2005).

Outra questão que precisa ser destacada é a supremacia dos municípios do nordeste na criação das Agendas 21 municipais (Figura 13). A presença marcante da Agenda 21 nos municípios do nordeste pode estar ligada a ação do Banco do Nordeste, que em 1999, lançou o programa Farol do Desenvolvimento que tinha como objetivo aproximar o banco das comunidades locais, disseminar os conceitos de desenvolvimento sustentável e incentivar os municípios a iniciarem suas Agendas 21 locais (IBGE, 2005; CARLO, 2006).

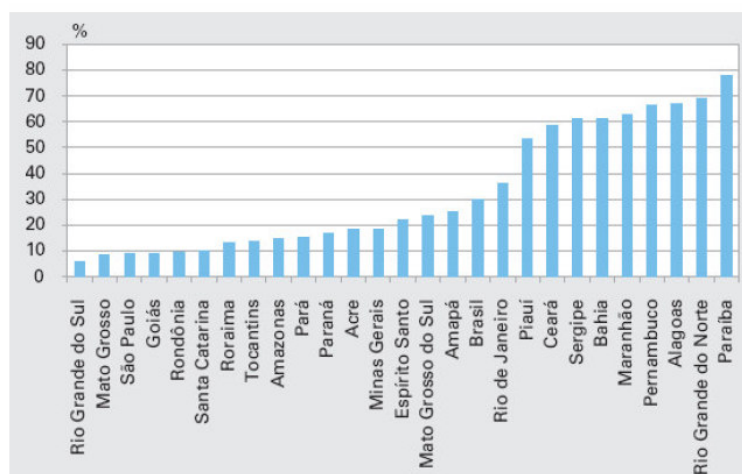


Figura 13 - Proporção de municípios que iniciaram a Agenda 21 por Unidades da Federação - 2002. Fonte: IBGE (2005).

No caso dos municípios em estudo, dentro dos quesitos analisados, os municípios poderiam atingir até 7 pontos se estivessem na fase de implementação da Agenda 21 local. Apenas 5 municípios atingiram o nível máximo de pontuação, Felipe Guerra, Caraúbas, Frutuoso Gomes, Serrinha dos Pintos e Venha-Ver. Esses municípios possuem, respectivamente, 5.534, 18.810, 4.580, 4.295 e 3.422 habitantes. Verifica-se que na área em estudo, a evolução e o desenvolvimento das Agendas 21 locais não estão fortemente atreladas ao fator tamanho da população. Dezesesseis municípios não iniciaram a elaboração da Agenda 21 local e ficaram com pontuação zero. Os demais municípios tiveram pontuações intermediárias. (Figura 14).

Considerando a distribuição espacial dos municípios em estágio avançado de implementação da Agenda 21 local, verifica-se que atingiram as pontuações 6 e 7, municípios inseridos no médio e alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró, contemplando sistemas ambientais como os maciços cristalinos e a depressão sertaneja. No baixo curso, a pontuação máxima atingida é de 4 pontos, contemplando setores como a planície litorânea, flúvio-marinha e tabuleiros pré-litorâneos.

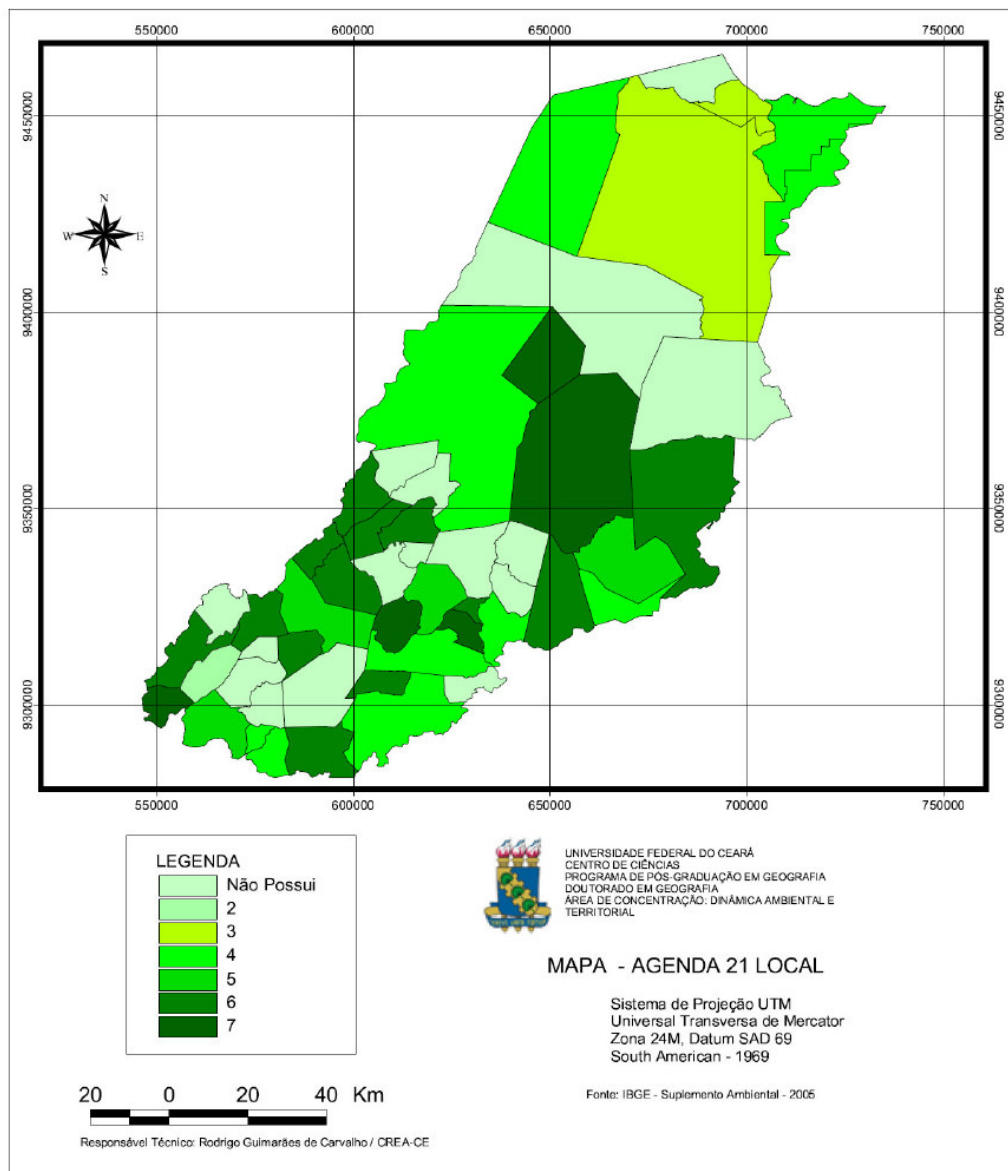


Figura 14 - Agenda 21 municipal.

3.1.2 Índice de Gestão Ambiental

O índice de gestão ambiental proposto nesse estudo se refere ao somatório de todos os quesitos anteriormente analisados, de acordo com a pontuação apresentada na metodologia desse artigo. Cabe salientar que a pontuação foi gerada por meio de uma análise subjetiva do pesquisador frente aos quesitos, considerando sempre a perspectiva de reduzir distorções e privilegiar com uma maior quantidade de pontos, quesitos que sejam de extrema importância e cuja validade seja inegavelmente objetiva para a consolidação da gestão ambiental municipal. O maior valor possível de ser alcançado pelos municípios para compor o índice de gestão

ambiental foi 36. Para tornar a análise mais didática foram escalonados patamares com a seguinte correlação:

28

Pontuação Zero → Gestão Ambiental Inexistente

Pontuação de 1 a 4 → Gestão Ambiental Incipiente

Pontuação de 5 a 8 → Gestão Ambiental Fraca

Pontuação de 9 a 12 → Gestão Ambiental Moderada

Pontuação de 13 a 16 → Gestão Ambiental em Consolidação

Os municípios que alcançaram um maior patamar na pontuação foram Areia Branca e Pau dos Ferros com 16 pontos. Nesse sentido, foi adotada a escala de desempenho dentro da realidade local. Isso significa dizer que os municípios que ficaram dentro do nível Gestão Ambiental em consolidação representam essa condição quando comparados com os outros municípios do universo pesquisado e não de forma absoluta. Os municípios com Gestão Ambiental inexistente estão concentrados no médio e alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró (Figura 15). Para termos de comparação, o município de Londrina no Paraná, com 27.228 habitantes, enquadrado na mesma plataforma de análise dessa pesquisa, atingiria 23 pontos dos 36 possíveis, 7 pontos a mais que os municípios que alcançaram mais pontos, Areia Branca e Pau dos Ferros.

Percebe-se que, caso essa pesquisa seja reproduzida em outras regiões, deverão ser feitas as devidas adaptações à realidade do universo de municípios elencados.

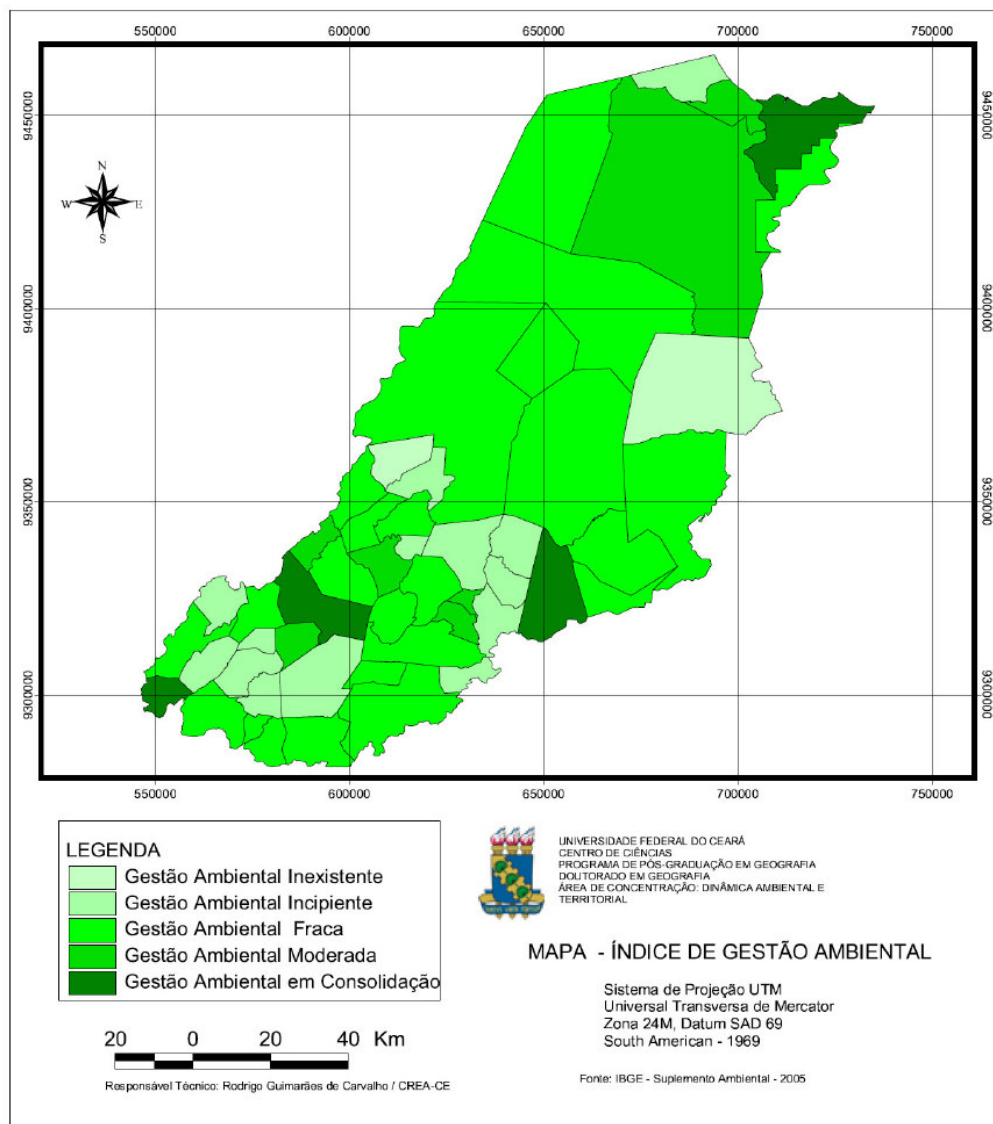


Figura 15 - Índice de Gestão Ambiental Municipal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho da gestão ambiental nos municípios da região oeste potiguar é, de forma geral, muito fraco. Com a possibilidade de pontuação total de 36, os municípios que pontuaram mais (2 municípios) alcançaram apenas 16 pontos, menos da metade do máximo possível. Corroborando com a pesquisa nacional do IBGE (2005), percebemos que os municípios da região nordeste estão muito atrasados com relação aos municípios das regiões centro-oeste, sudeste e sul, excetuando-se o quesito Agenda 21 local.

De modo comparativo, a escala de desempenho adotada relaciona as condições da gestão ambiental local entre os 51 municípios avaliados e, com a possibilidade de visualização espacial

através do SIG, consideramos os resultados alcançados como uma importante contribuição no aproveitamento dos dados produzidos na pesquisa nacional. A sistematização dos dados apresenta grande possibilidade de aplicação e apoio ao desenvolvimento de políticas públicas ambientais na região oeste potiguar. A metodologia utilizada também permite o acompanhamento temporal da evolução da gestão ambiental local e sua dinâmica espacial.

O fortalecimento e apoio a gestão ambiental nos municípios em condição mais crítica deve ser priorizada pelos governos federal e estadual, pois considera-se imprescindível o bom desempenho da gestão ambiental local para o alcance da sustentabilidade seja local, seja de bacias hidrográficas ou outras unidades territoriais de planejamento.

O cruzamento dos dados de gestão ambiental local com dados que tratem, por exemplo, da vulnerabilidade dos sistemas ambientais ou das pressões socioeconômicas sobre o estado do meio ambiente são outras possibilidades de produção de diagnósticos parciais e integrados, que podem favorecer de forma significativa a interpretação sobre a dinâmica ambiental e territorial em unidades espaciais de planejamento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. R. de. **Gestor Ambiental: profissional ou intelectual?** Revista OLAM Ciência & Tecnologia, Rio Claro - SP, n° 3, p. 45-54, 2007.
- BRASIL, **Lei 6.938/81**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm>>. Acesso em: 21 de mai. 2009.
- CAMARGO, A. **Governança para o século 21**. in: TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. 5 ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2008.
- CARLO, S. de. **Gestão ambiental nos municípios brasileiros: impasses e heterogeneidade**. 2006. 329 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- CASTRO, M. L. et al. **Conselho municipal de meio ambiente na formulação de políticas públicas**. in: PHILIPPI JR, A. et al. (editores) **Municípios e Meio Ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental**. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.
- CARVALHO, P. G. M. de. et al. **Gestão local e meio ambiente**. Revista Ambiente & Sociedade, São Paulo, n° 1, jan/jun, 2005.
- DIAS, R. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2008.
- IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Cadernos de formação volume 1: Política Nacional de Meio Ambiente**. Ministério do Meio Ambiente - Brasília: MMA, 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2005.

MEDEIROS, W. K. B. de. **Evolução e análise da variável ambiental na gestão pública do município de Mossoró, RN.** 2010. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental). Departamento de Gestão Ambiental, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2010.

MILLE JR. G. T. **Ciência Ambiental.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **Crescimento econômico e sustentabilidade.** Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia - MG, n° 19, jun, 2007.

PHILIPPI JR, A. **O impacto da capacitação em gestão ambiental.** 2002. 240 f. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2002.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCARDUA, F. P. **Governabilidade e descentralização da gestão ambiental no Brasil.** 2003. 234 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.



APÊNDICE F – Trabalho completo apresentado na I Semana de Humanidades da FAFIC – UERN, realizada entre os dias 08 e 12 de novembro de 2010.

MONITORAMENTO DO BIOMA CAATINGA: ANÁLISE DOS DADOS REFERENTES À ÁREA DA BACIA DO RIO APODI-MOSSORÓ POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO¹¹

Samylle Ruana Marinho de Medeiros
Graduanda em Gestão Ambiental - UERN
Bolsista PIBIC

Rodrigo Guimarães de Carvalho
Professor do Departamento de Gestão Ambiental – UERN
Doutorando em Geografia - UFC

1 INTRODUÇÃO

O Ministério do Meio Ambiente divulgou no primeiro semestre de 2010, dados atualizados sobre o monitoramento do desmatamento no bioma caatinga. O projeto “Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite” vem sendo desenvolvido sob a coordenação do MMA e está inserido no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade (PROBIO). O monitoramento do bioma caatinga até o ano de 2002 teve em 2007 seus resultados publicados e utilizou escala de 1:250.000. Posteriormente, uma nova etapa foi desenvolvida e resultou na publicação, em 2010, dos resultados cumulativos do monitoramento anteriormente citado, sua adaptação para a escala de 1:50.000 com a inserção de novas áreas não detectadas em função da qualidade das imagens e escala adotadas, bem como a atualização das áreas desmatadas entre os anos de 2002 e 2008 (MMA, 2010a).

Diante do exposto, o presente trabalho busca discutir o cenário de desmatamento na área da bacia do rio Apodi-Mossoró. Tem como objetivos específicos avaliar a distribuição espacial do desmatamento na bacia, desenvolver índices de desmatamento por município possibilitando assim a comparação, organizar os dados em um sistema de informações geográficas para facilitar a comparação dos dados de desmatamento com outros indicadores ambientais municipais e verificar a distribuição do desmatamento por sistemas ambientais da área de estudo.

¹¹ Esse trabalho faz parte da pesquisa de doutorado intitulada “Análise de sistemas ambientais aplicada ao planejamento: estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN” desenvolvida junto ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.

2 METODOLOGIA

Utilizou-se nesse estudo os seguintes procedimentos metodológicos:

- i) análise bibliográfica e documental, onde se fez uso dos dados evidenciados pelo MMA/IBAMA referente ao desmatamento do bioma caatinga na área da bacia do Rio Apodi Mossoró, possibilitando a criação de um banco de dados digital no Editor de Planilhas Microsoft Office Excel 2007 e posterior exportação para a plataforma do software Arcview 3.2, sendo possível analisar as informações geotopológicas;
- ii) os municípios que apresentaram um total de 0 a 25% de áreas desmatadas foram considerados de desmatamento baixo, identificados pela cor verde. Os municípios que ficaram entre 26 a 50% de áreas desmatadas foram considerados de desmatamento moderado e foram expressos pela cor amarela. Já os municípios que ficaram entre 51 e 100% de desmatamento foram designados como de desmatamento alto, expressos na cor vermelha;
- iii) foram produzidos mapas temáticos a partir da manipulação dos dados em um sistema de informações geográficas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade dos dados de desmatamento

O Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite vem sendo desenvolvido sob a coordenação do MMA e está inserido no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade (PROBIO). O monitoramento do bioma caatinga, equivalente ao ano base 2002, teve a publicação dos seus resultados em 2007 e utilizou escala de 1:250.000. Posteriormente, uma nova etapa foi desenvolvida e resultou na publicação, em 2010, dos resultados cumulativos do monitoramento anteriormente citado, sua adaptação para a escala de 1:50.000 com a inserção de novas áreas não detectadas em função da qualidade das imagens e escala adotadas, bem como a atualização das áreas desmatadas entre os anos de 2002 e 2008 (MMA, 2010a).

Foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT E CBERS conforme mosaico apresentado na Figura 01.

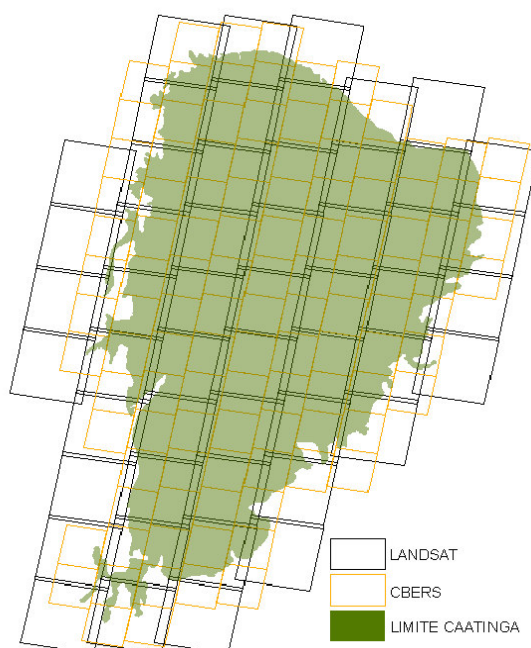


Figura 01 – Mosaico de imagens de satélite utilizadas no monitoramento do bioma caatinga. Fonte: (MMA, 2010a).

Os procedimentos de mapeamento seguiram a interpretação visual e vetorização dos polígonos de áreas desmatadas e de remanescentes vegetais tendo como área de detecção mínima 2 hectares. Os desmatamentos foram classificados como áreas antropizadas, sem uma tipologia de uso definida (MMA, 2010a). O resultado final do monitoramento do desmatamento representa a união entre os dois projetos (PROBIOMMA e CSR – IBAMA/MMA) com as devidas adaptações metodológicas e apresenta as áreas desmatadas até 2002 e entre 2002 e 2008, com os dados disponíveis em meio digital no formato Shape File no sítio do MMA (www.mma.gov.br).

Para a validação dos dados, procedeu-se em uma primeira etapa a avaliação dos alvos, considerando o conhecimento prévio das áreas pelos especialistas e as características geológicas, geomorfológicas e de uso e ocupação no bioma, evitando-se assim, interpretações equivocadas no tocante aos alvos de pastagens naturais, substratos rochosos expostos, regiões de dunas, entre outros. Posteriormente, foram selecionados aleatoriamente 155 pontos dentro de polígonos de áreas com desmatamento, contabilizando uma área aproximada de 17.016 km², o que representa 21% da área total desmatada encontrada pelo Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) / IBAMA. O posicionamento dos pontos, dentro dos respectivos polígonos, se deu de forma aleatória. Os polígonos utilizados representam desmatamentos até 2002 e entre 2002 e 2008, sendo um total de 58 e 97 polígonos para cada período temporal, respectivamente (Figura 02).

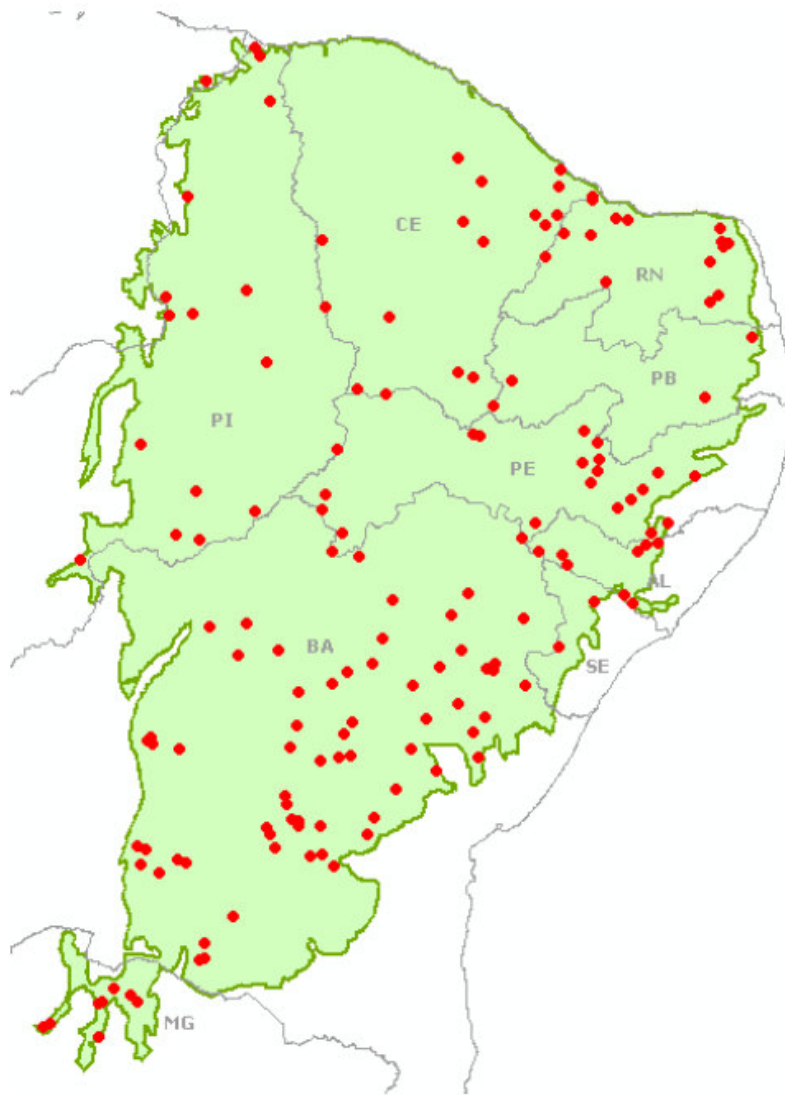


Figura 02 – Pontos de validação do monitoramento da caatinga. Fonte: (MMA, 2010b).

Através da imagem, identificamos que na área que envolve a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, foram lançados 8 pontos de validação.

A primeira etapa de validação se deu por meio da análise dos pontos através de imagens de alta resolução disponibilizadas pelo software Google Earth, com relação a tipificação do desmatamento conforme a metodologia do projeto. Foram identificados 151 pontos/polígonos de hipótese verdadeira e 4 de hipótese falsa, representado 97,35% de acerto. Na área de estudo da presente tese, todos os pontos foram validados nessa etapa (Figura 03).

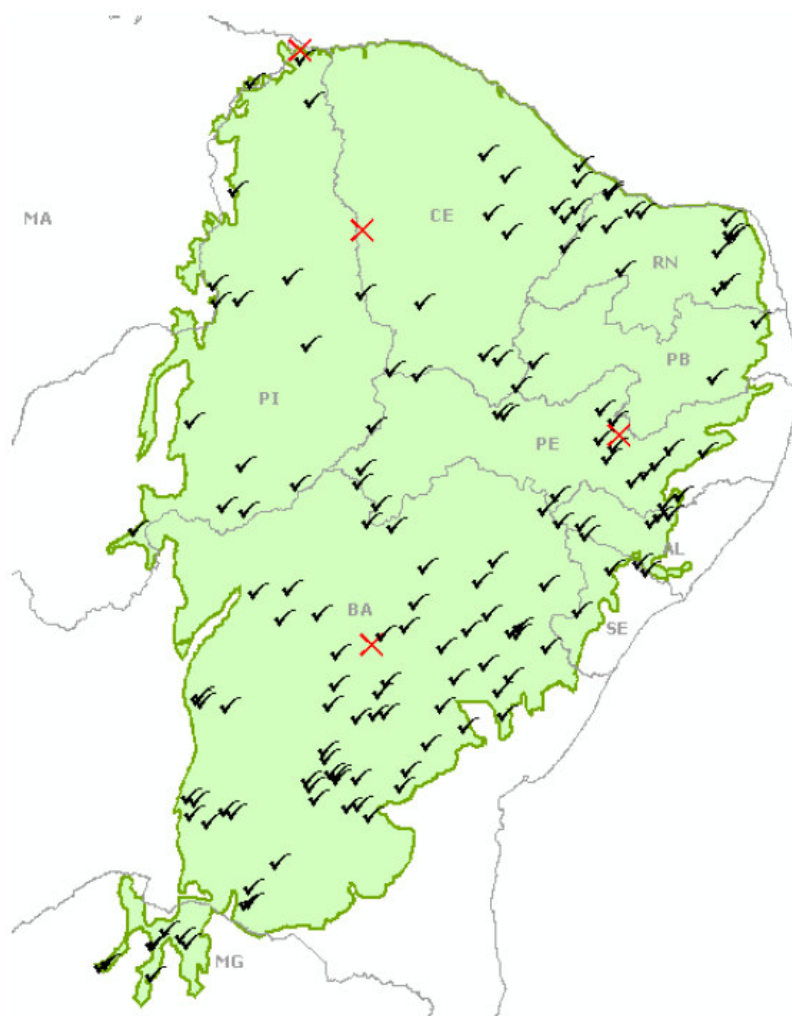


Figura 03 – Pontos validados e não validados para o quesito desmatamento. Fonte (MMA, 2010b).

De um modo geral, a equipe que elaborou o estudo considerou os resultados satisfatórios. Cabe destacar que um estudo de sensoriamento remoto dessa envergadura, inevitavelmente, apresenta uma aproximação da realidade investigada, não se constituindo de um documento que precise necessariamente buscar a exatidão para que tenha sua importância reconhecida. Desta forma, consideramos os dados de desmatamento como de grande valor científico, uma vez que possibilitam uma primeira visão sobre a antropização de áreas vinculadas ao bioma caatinga.

Os resultados alcançados para o bioma caatinga demonstram uma antropização próxima aos 50%. Na Figura 04 podem ser visualizadas as condições gerais da vegetação estando em verde às áreas com remanescentes, em amarelo fechado as áreas antropizadas antes de 2002 e em amarelo aberto as áreas antropizadas entre 2002 e 2008.

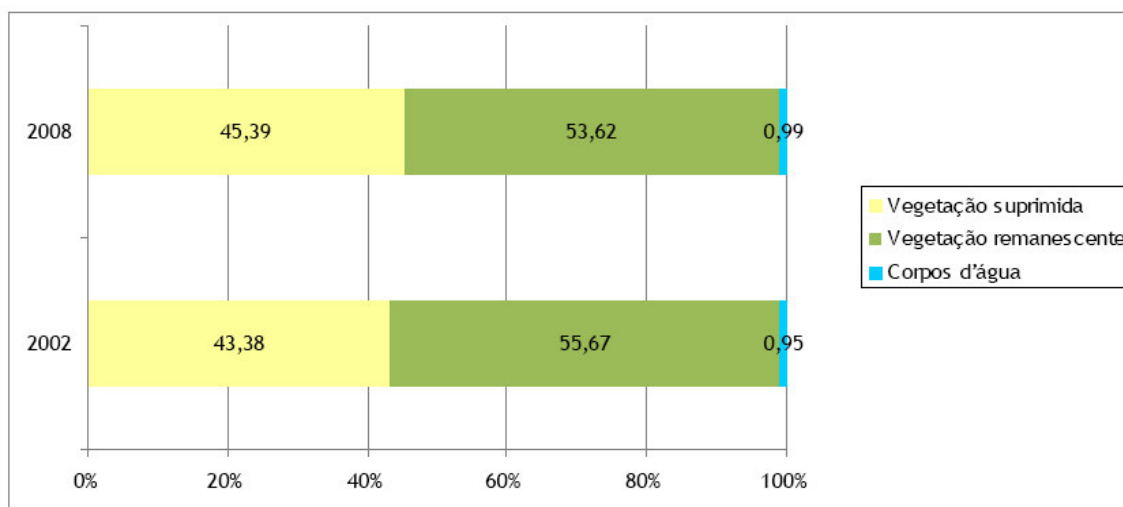


Figura 05 – Percentuais de desmatamento do Bioma Caatinga – 2002 e 2008.
Fonte: (MMA, 2010a).

Considerando os dados apresentados na Tabela 01, verifica-se que o estado que possui a maior área territorial de domínio do bioma caatinga é a Bahia com 300.967 km². O estado com menor área de caatinga é o Maranhão com 3.753 km². O Rio Grande do Norte (RN) ocupa a 6^a posição entre os 10 estados detentores de áreas inseridas no bioma caatinga com uma área de 49.402 km². Considerando a área de aplicação dessa tese, algo em torno de 15.500 km², contendo áreas territoriais de 51 municípios, verifica-se que esta possui aproximadamente 31% da área total do bioma no estado do RN.

Do quantitativo total de áreas do bioma caatinga no RN, o monitoramento do MMA constatou a existência de 53,62% de áreas remanescentes, percentual que é, coincidentemente, igual ao encontrado para o conjunto de estados investigados.

Tabela 01 – Área total de caatinga e áreas remanescentes por estados tendo como referência a área original do bioma.

UF	Caatinga total no estado(km ²)	Remanescente 2002 (km ²)	Remanescente 2008 (km ²)	% de remanescente da na UF em 2008
BA	300.967	147.468	141.108	46,88%
PI	157.985	111.964	109.446	69,28%
CE	147.675	91.964	88.272	59,77%
PE	81.141	38.812	36.841	45,40%
PB	51.357	28.697	27.573	53,69%
RN	49.402	27.350	26.487	53,62%
AL	13.000	2.522	2.293	17,64%
MG	11.100	5.530	5.292	47,68%
SE	10.027	3.225	3.177	31,68%
MA	3.753	2.531	2.632	70,13%
TOTAL	826.411	460.063	443.122	

Fonte: (MMA, 2010a)

Com relação às áreas antropizadas do bioma entre 2002 e 2008, os resultados não evidenciaram uma região de concentração específica das áreas desmatadas. Entre os 20 municípios que mais sofreram desmatamentos, em valores absolutos, 7 são do estado do Ceará, 7 da Bahia, 4 de Pernambuco e 2 do Rio Grande do Norte. Estes últimos, Mossoró com a 16ª colocação e Touros na 18ª, tiveram, respectivamente, 95 e 90 km² de áreas desmatadas (Tabela 02). O fator que chama a atenção é que a área original do bioma em Mossoró é de 2110 km², enquanto que Touros possui apenas 603 km², o que significa que em termos relativos, Touros apresenta uma situação muito mais desfavorável com um percentual de 14,9% de desmatamento, ficando Mossoró com um percentual de 4,5%. Contudo, reforçamos que apenas Mossoró encontra-se nos limites de interesse dessa tese, uma vez que situa-se no entre o médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró.

Tabela 02 – Municípios que mais sofreram desmatamentos entre 2002 e 2008, tendo como base a área original do bioma caatinga em cada um deles.

	Município	UF	Área do bioma no município (km ²)	Área antropizada no período 2002-2008 (km ²)	% de antropismo do bioma no município no período 2002-2008
1	Acopiara	CE	2.264	183	8,0%
2	Tauá	CE	4.020	173	4,3%
3	Bom Jesus da Lapa	BA	2.648	158	5,9%
4	Campo Formoso	BA	6.806	137	2,0%
5	Boa Viagem	CE	2.840	135	4,7%
6	Tucano	BA	2.802	130	4,6%
7	Mucugê	BA	2.483	127	5,1%
8	Serra Talhada	PE	2.981	122	4,1%
9	Crateús	CE	2.985	121	4,0%
10	São José do Belmonte	PE	1.481	115	7,7%
11	Morro do Chapéu	BA	5.531	112	2,0%
12	Casa Nova	BA	9.658	110	1,1%
13	Santa Quitéria	CE	4.260	99	2,3%
14	Petrolina	PE	4.558	99	2,1%
15	Barro	CE	710	98	13,9%
16	Mossoró	RN	2.110	95	4,5%
17	Saboeiro	CE	1.383	91	6,5%
18	Touros	RN	603	90	14,9%
19	Euclides da Cunha	BA	2.331	85	3,6%
20	Pedra	PE	802	84	10,5%
	TOTAL	--	63.266	2.371	-

Fonte: (MMA, 2010a)

3.2 Desmatamento na área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró

O índice de desmatamento ora apresentado, baseado nos dados disponibilizados pelos projetos PROBIO/MMA e CSR-IBAMA/MMA, tem a pretensão de contribuir para o planejamento e gestão territorial da bacia do rio Apodi-Mossoró. Dentre os objetivos específicos, procurou-se avaliar a distribuição espacial do desmatamento na bacia, desenvolver índices de desmatamento por município possibilitando assim a comparação, organizar os dados em um sistema de informações geográficas para facilitar a comparação dos dados de desmatamento com outros indicadores ambientais municipais e verificar a distribuição do desmatamento por sistemas ambientais da área de estudo.

Na união dos dados de desmatamento (pesquisa referente aos anos anteriores a 2002 e pesquisa mais recente entre 2002 e 2008), ajustamento e acoplamento ao sistema de informações geográficas, foi gerado o mapa de desmatamento que pode ser visualizado na Figura 06.

Na parte central do alto curso da bacia, os municípios Luis Gomes, Major Sales, Paraná, José da Penha, Marcelino Vieira, Riacho de Santana, Rafael Fernandes e Tenente Ananias compõem um primeiro grande núcleo de desmatamento. No setor mais a oeste do alto curso, os municípios Venha-Ver, São Miguel, Cel. João Pessoa, e Dr. Severiano, compõem outro grande núcleo de desmatamento. Esses grandes núcleos estão circundados de pequenos focos de desmatamentos recentes, envolvendo os municípios do entorno.

No médio curso, destaque para os municípios Portalegre, Umarizal, Rafael Godeiro, Olho d'água dos Borges, Rodolfo Fernandes, Janduís e Apodi, que apresentam grandes poligonais de desmatamento nos seus limites territoriais. Na chapada do Apodi, no trecho que segue para o médio e baixo curso, destacamos os municípios de Upanema, Felipe Guerra, Mossoró e Baraúna, com grande quantidade de áreas desmatadas, porém, ocorrendo de forma mais generalizada e distribuída pelos seus territórios.

Já no baixo curso, o trecho do município de Serra do Mel inserido na área de estudo, está praticamente todo desmatado. Os municípios de Areia Branca e Tibau também apresentam significativas áreas desmatadas.

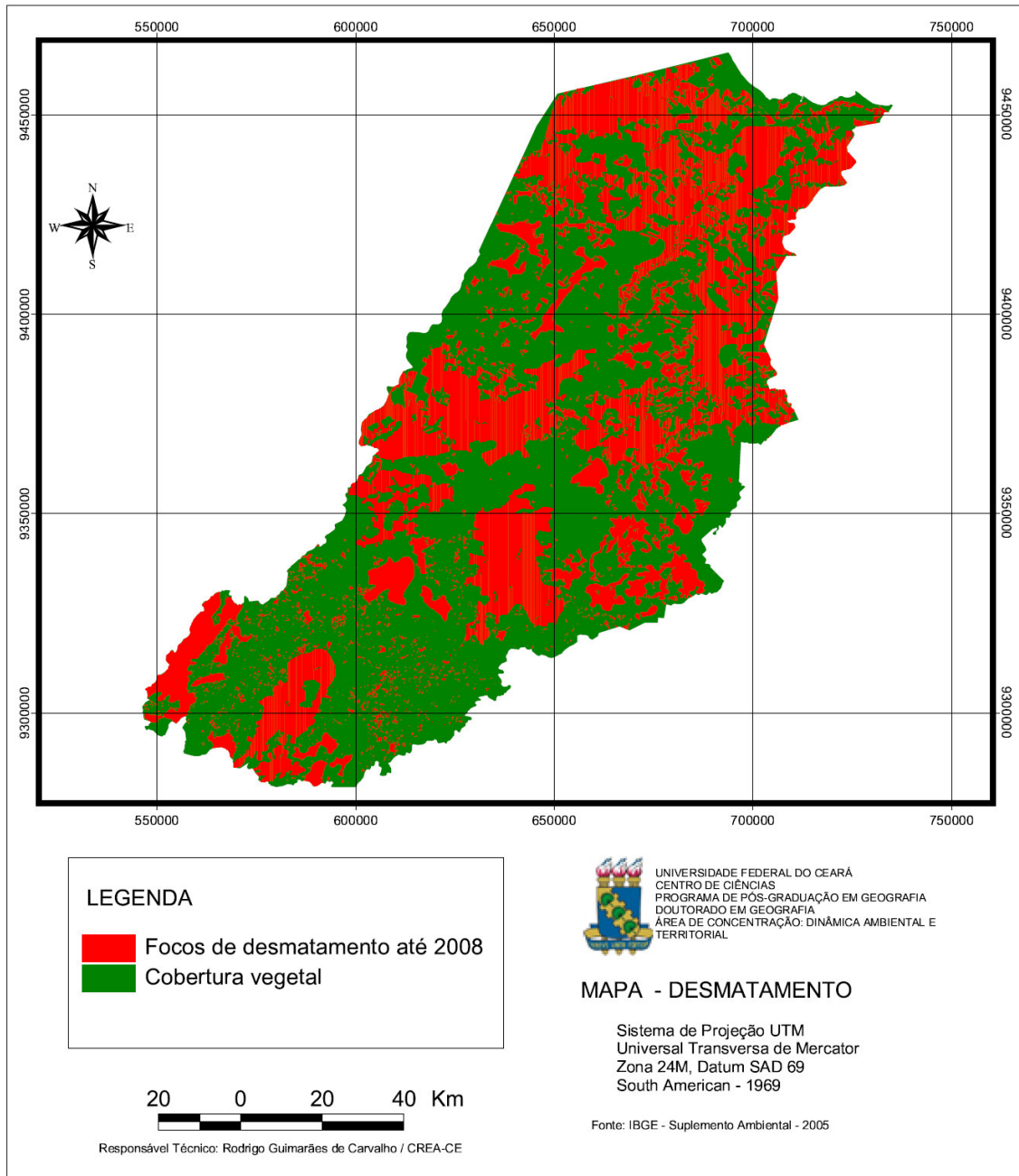


Figura 06– Áreas desmatadas e remanescentes do bioma caatinga na área da bacia do rio Apodi-Mossoró até o ano de 2008.

Os 51 municípios situados na área de estudo foram avaliados individualmente sobre o quesito desmatamento. Para isso, foram trabalhados os dados disponibilizados pelo MMA, resultando na construção da Tabela 03 onde estão dispostas as informações referentes ao tamanho original do bioma em cada município, o total do desmatamento até 2002, o total do desmatamento entre 2002 e 2008 e o somatório desses dois períodos, sendo esses dados sempre apresentados também em número percentual.

Considerando a escala desse indicador, proposta na metodologia dessa tese, 12 municípios apresentaram um percentual total de desmatamento superior a 50%, alcançado o patamar considerado de alta propensão ao risco de degradação ambiental, podendo chegar até mesmo a instalação de processos de desertificação em uma

dimensão que pode comprometer irreversivelmente a sustentabilidade socioambiental dos municípios.

Tabela 03 - Área da caatinga e sua antropização até 2002 e no período de 2002 à 2008 nos municípios da bacia do rio Apodi-Mossoró.

Município	Área domini- pio na caatinga (km2)	Área de Caatinga antropizada até 2002 (km2)	% munic na caatinga antropizado até 2002	Área da Caatinga antropizada entre 2002- 2008 (km2)	% da Caatinga antropizada entre 2002- 2008	Somatória da área antropizada até 2002 + o período de 2002 à 2008	% do Somatório - antropizada até 2002 + o Período de 2002 à 2008
1. Água Nova	49,8	0,32	0,64%	2,27	4,56%	2,59	5,20%
2. Alexandria	379,3	3,01	0,79%	14,78	3,90%	17,79	4,69%
3. Almino Afonso	128,4	23,32	18,16%	1,85	1,44%	25,17	19,60%
4. Antônio Martins	245,6	3,81	1,55%	6,71	2,73%	10,52	4,28%
5. Apodi	1600,4	692,05	43,24%	27,03	1,69%	719,08	44,93%
6. Areia Branca	327,6	90,02	27,47%	10,8	3,30%	100,82	30,77%
7. Baraúna	826,2	422,02	51,07%	18,67	2,26%	440,69	53,34%
8. Campo Grande	896,7	183,84	20,50%	10,15	1,13%	193,99	21,63%
9. Caraúbas	1096,2	330,68	30,16%	13,53	1,23%	344,21	31,40%
10. Coronel João Pessoa	117,3	25,16	21,44%	3,57	3,05%	28,73	24,49%
11. Dr. Severiano	108,8	67,73	62,25%	2,48	2,28%	70,21	64,53%
12. Encanto	126,9	4,16	3,27%	4,72	3,72%	8,88	6,99%
13. Felipe Guerra	268,00	107,89	40,25%	0,67	0,25%	108,56	40,50%
14. Francisco Dantas	182,1	5,41	2,97%	6,38	3,50%	11,79	6,47%
15. Frutuoso Gomes	63,1	12,56	19,90%	0,72	1,12%	13,28	21,04%
16. Gov. Dix Sept Rosado	1128,9	232,07	20,55%	21,33	1,89%	253,4	22,45%
17. Grossos	106,4	34,17	32,11%	3,73	3,50%	37,9	35,62%
18. Itaú	132,5	55,86	42,15%	0	0,00%	55,86	42,15%
19. Janduís	304,1	120,56	39,64%	4,08	1,34%	124,64	40,99%
20. João Dias	88,00	0,03	0,03%	0,61	0,70%	0,64	0,73%
21. José da Penha	117,7	81,49	69,24%	0,79	0,67%	82,28	69,91%
22. Lucrécia	31,3	12,01	38,37%	0,46	1,52%	12,47	39,84%
23. Luis Gomes	167,9	29,27	17,43%	3,56	2,12%	32,83	19,55%
24. Major Sals	32,2	22,21	68,98%	0,32	0,98%	22,53	69,97%
25. Marcelino Vieira	345,4	121,59	35,20%	3,35	0,97%	124,94	36,17%
26. Martins	169,1	28,09	16,61%	2,04	1,20%	30,13	17,82%
27. Messias Targino	135,8	43,55	32,07%	4,59	3,38%	48,14	35,45%
28. Mossoró	2110,6	1105,27	52,37%	95,19	4,51%	1200,46	56,87%
29. Olho D'Água dos Borges	141,4	117,44	83,06%	0,83	0,59%	118,27	83,64%
30. Paraná	81,5	45,79	56,18%	0,44	0,54%	46,23	56,72%
31. Patú	319,1	80,28	25,16%	5,86	1,84%	86,14	26,99%
32. Pau dos Ferros	259,6	8,13	3,13%	9,12	3,51%	17,25	6,64%
33. Pilões	82,3	1,48	1,79%	4,38	5,33%	5,86	7,12%
34. Portalegre	109,8	82,61	75,24%	0,04	0,04%	82,65	75,27%

Município	Área domunicípio na caatinga (km2)	Área de Caatinga antropizada até 2002 (km2)	% munic na caatinga antropizado até 2002	Área da Caatinga antropizada entre 2002 - 2008 (km2)	% da Caatinga antropizada entre 2002 - 2008	Somatória da área antropizada até 2002 + o período de 2002 à 2008	% do Somatório - antropizada até 2002 + o Período de 2002 à 2008
35. Rafael Ferrandes	78,9	30,39	38,52%	1,69	2,14%	32,08	40,66%
36. Rafael Godêiro	100,1	79,47	79,39%	0,46	0,46%	79,93	79,85%
37. Riacho da Cruz	127,2	38,49	30,26%	0	0,00%	38,49	30,26%
38. Riacho de Santana	128,4	5,59	4,35%	6,16	4,79%	11,75	9,15%
39. Rodolfo Fernandes	155,1	50,87	32,79%	0	0,00%	50,87	32,79%
40. São Francisco do Oeste	75,8	5,66	7,47%	2,87	3,79%	8,53	11,25%
41. São Miguel	170,7	134,81	78,97%	1,25	0,73%	136,06	79,71%
42. Serra do Mel	616,4	418,42	67,88%	73,98	12,00%	492,4	79,88%
43. Serrinha dos Pintos	121,1	3,37	2,78%	2,96	2,42%	6,33	5,23%
44. Severiano Melo	158,00	81,91	51,84%	0,13	0,09%	82,04	51,92%
45. Taboleiro Grande	123,1	29,98	24,35%	0,52	0,42%	30,5	24,77%
46. Tenente Aranhas	223,7	66,48	29,72%	2,17	0,97%	68,65	30,68%
47. Tibau	145,1	47,86	32,98%	17,22	11,79%	65,08	44,85%
48. Umarizal	213,5	93,37	43,73%	1,12	0,52%	94,49	44,26%
49. Upanema	881,6	389,88	44,22%	44,53	5,05%	434,41	49,27%
50. Venha Ver	71,2	33,24	46,69%	2,16	3,03%	35,4	49,72%
51. Viçosa	38,2	18,87	49,39%	0,18	0,47%	19,05	49,87%
TOTAL	15708,1	5722,54		442,45		6164,99	

Fonte: MMA, 2010

Como pode ser verificado na distribuição espacial dos municípios (Figura 06), no alto e médio curso da bacia os municípios em situação mais grave de desmatamento estão dispostos próximos às grandes poligonais mostradas na Figura 07. Entre o médio e baixo curso, os municípios de Baraúna, Mossoró e Serra do Mel são os que apresentam, proporcionalmente às suas áreas territoriais, os maiores níveis de desmatamentos. A maior concentração de municípios com baixo índice de desmatamentos está situada na depressão sertaneja, próximo aos setores de médio e baixo curso. Na área da chapada do apodi, apenas Governador Dix Sept Rosado e Campo Grande apresentam condições de desmatamentos incipientes, não ultrapassando 25% das áreas originais de caatinga situadas em seus limites territoriais.

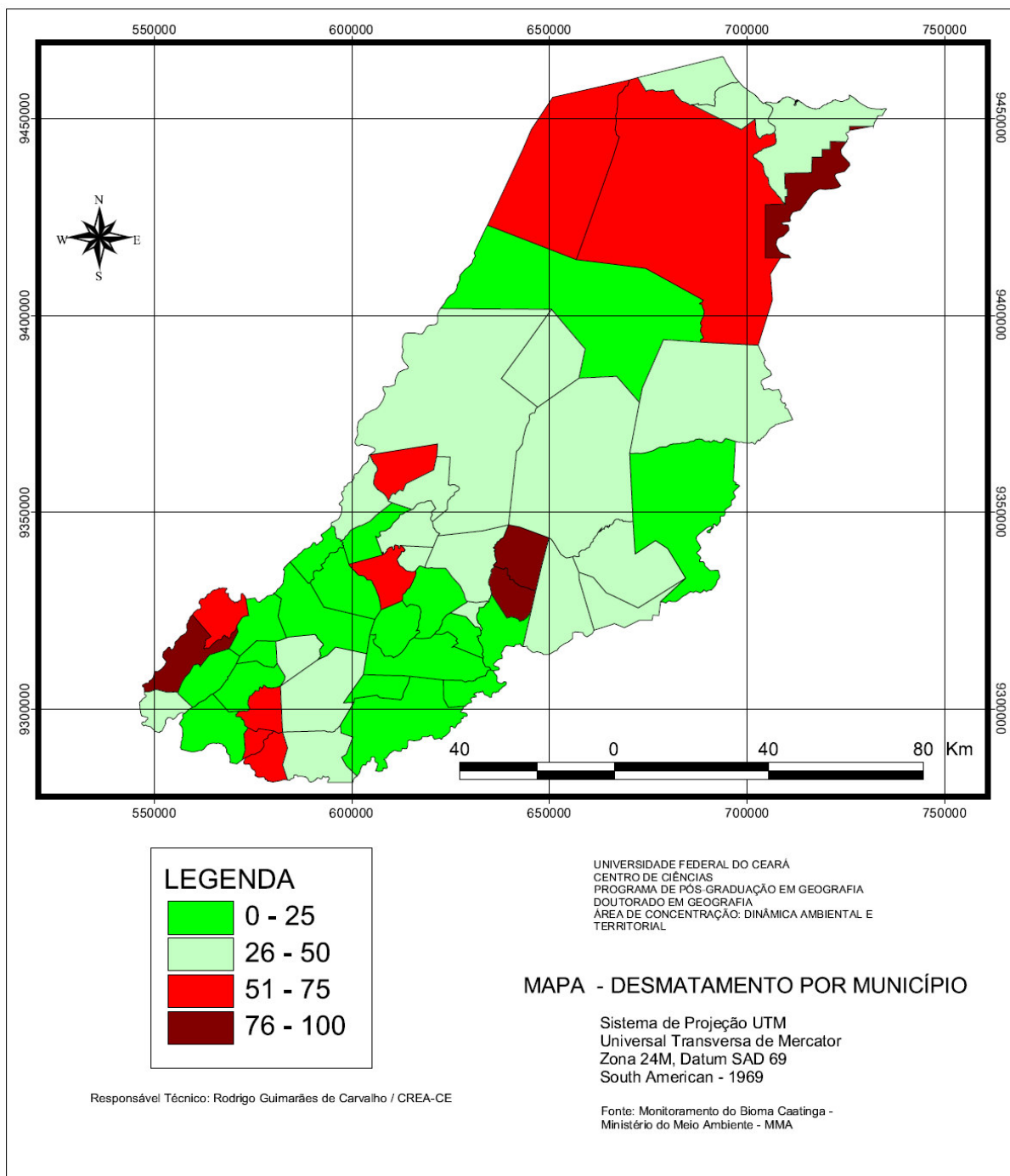


Figura 07 – Percentuais de desmatamento por município da área de estudo.

CONCLUSÃO

A discussão proposta nessa pesquisa reveste-se de grande importância para a adoção de medidas mitigadoras e preventivas diante da perda de biodiversidade e desertificação que tem se intensificado ao longo da bacia do Rio Apodi Mossoró, sendo este submetido a uma degradação relevante, que pode comprometer a sustentabilidade socioambiental. Um planejamento que tenha em suas bases a gestão sustentável torna-se indispensável para a conservação e preservação de áreas remanescente da caatinga.

Juntamente com a análise do desmatamento, devem ser observadas propostas de gestão ambiental, baseada na aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, que possibilitem um maior controle ambiental, permitindo a manutenção de sítios ecológicos que abriguem ecossistemas relevantes do bioma caatinga. Alguns instrumentos e ações importantes que devem ser implementados pelas três esferas de governo são a criação de unidades de conservação, a delimitação e fiscalização das reservas legais, fiscalização das áreas de preservação permanente, educação ambiental e zoneamento. As áreas que apresentem uma degradação significativa devem passar por processo de recuperação ambiental e serem submetidas a uma nova condição de manejo que incorpore os preceitos da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

MMA. **Monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite / Monitoramento do bioma caatinga.** (Relatório Técnico). Centro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 2010. Acesso em 25 de março de 2010a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=146>

MMA. **Validação do monitoramento do desmatamento da caatinga.** (Relatório Técnico). Centro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 2010b. Acesso em 25 de março de 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=146>

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Degradação ambiental e desertificação no nordeste brasileiro:** o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará. Tese (Doutorado em Geografia), Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.