



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
(UFPI)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(MDMA)**

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA
DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA**

NILSON VASCONCELOS DE SOUSA

TERESINA-PIAUÍ

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN)
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

NILSON VASCONCELOS DE SOUSA

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA
PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí PRODEMA/UFPI/TROPEN, como requisito para obtenção do grau de mestre do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Veloso Filho

TERESINA-PIAUI

2007

NILSON VASCONCELOS DE SOUSA

**CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA
PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí PRODEMA/UFPI/TROPEN, como requisito para obtenção do grau de mestre do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Teresina, 12 de julho de 2007.

**Prof. Dr. Francisco de Assis Veloso Filho – PRODEMA/UFPI
Orientador**

Prof. Dr. Darcet Costa Souza – PRODEMA/UFPI

Prof^a. Dr^a. Lilian de Lins Wanderley - UFS

TERESINA-PIAUI

2007

AGRADECIMENTOS

Pelos numerosos apoios e contribuições que recebi ao longo do período em que realizava esta dissertação, devo agradecimentos a muitas pessoas e instituições. Em especial agradeço:

À UFPI, por ter me proporcionado à realização do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/TROPEN/UFPI.

Ao Professor Antonio Alberto Jorge Farias Castro por ter me incentivado a entrar no mundo da pesquisa, pelo apoio e amizade que teve no começo desta pesquisa e pelo exemplo de trabalho e determinação.

Ao MCT/CNPq/ PELD/BIOTEN/UFPI por ter fornecido uma bolsa de iniciação científica na graduação.

Ao professor Francisco de Assis Veloso Filho pela confiança em mim depositada, pelo apoio, amizade e a paciência que teve durante a realização da pesquisa.

À professora Cláudia Sabóia (UFPI) por ter me ajudado e incentivado na idealização do projeto de pesquisa e na elaboração dos mapas digitais desta dissertação.

Ao DAAD, por ter me concedido uma bolsa de mestrado.

Aos professores José Luís Lopes de Araújo, Gerson Albuquerque, Maria Dione, Darcet Costa e os demais professores do PRODEMA/UFPI pelas sugestões e ensinamentos.

Ao professor Assis Araújo (IBAMA-PI) que me ajudou na elaboração dos mapas digitais desta dissertação.

Aos professores da UFPI José Ferreira Mota Júnior, Carlos Sait, Manoel Nascimento, Pedro Alcântara, Mário Ângelo de Meneses, Antonio Cardoso Façanha, Renê de Aqüino, Emília Rêbello Gonçalves, José Luís Lopes de Araújo, Armstrong Evangelista e Iracilde Moura Fé Lima que contribuíram para minha formação profissional.

As instituições SEMAR/PI, IBAMA/PI, SDU-Teresina/PI e IPHAN/PI por ter cedido informações sobre o tema da pesquisa.

Aos meus amigos Adilto Pereira, Marcos Pereira Silva, Cássio Mendes, Wolner Henriques, Bruno Alves, Michel Bandeira, Manoela Nunes, Gerson Felipe, Jailson Bonfim, Carlos Eduardo, Cássio Mendes, Ana Cristina F. Muniz, Luciana Maura, Raimundo Gomes e Luís Nelson pelo apoio com que me presentearam em diferentes momentos desta jornada.

A minha turma de 2005-2007 do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio ambiente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/TROPEN/UFPI.

Aos funcionários da UFPI Dona Maridete, Sr. João Batista e Sr. Ribamar que me incentivaram no início e término desta dissertação.

E, finalmente, ao meu pai José Gonçalves de Sousa, à minha mãe Maria do Socorro Vasconcelos Sousa e à minha irmã Lorena Vasconcelos de Sousa, que sempre estiveram presentes no desenvolvimento desta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pág.
1. Domínios Fitoecológicos da Bacia do Parnaíba	53
2. Geossistemas da Bacia do Parnaíba	56
3. Esquema das etapas de estudo desenvolvido na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	62
4. Olho d'água do rio Sambito no município de Pimenteiras – PI	67
5. Formação rochosa situada a nordeste do olho d'água do rio Sambito no município de Pimenteiras – PI	67
6. Formação rochosa situada a sudeste do olho d'água do rio Sambito no município de Pimenteiras – PI	68
7. Assoreamento próximo ao olho d'água do rio Sambito no município de Pimenteiras – PI	68
8. Assoreamento do baixo curso do rio Parnaíba no município de Teresina – PI	69
9. Bancos de sedimentos do médio e baixo curso do rio Parnaíba no município de Teresina – PI	69
10. Nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no município de Miguel Alves – PI	70
11. Via de acesso construída na nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no município de Miguel Alves – PI	70
12. Salitre na nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no município de Miguel Alves – PI	71
13. Localização da nascente do rio Longá entre os buritizais no município de Alto Longá – PI	71
14. Desmatamento nas proximidades da nascente do rio Longá no município de Alto Longá – PI	72
15. Situação da nascente do rio rio Longá no município de Alto Longá – PI.....	72
16. Placa de Homenagem para o Acadêmico José Itamar Abreu Costa da nascente do rio Longá no município de Alto Longá – PI	73
17. Divisão Municipal da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.....	76
18. Índice de Desenvolvimento Humano na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	80

19.	Bacias hidrográficas da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	82
20.	Geossistemas da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	89
21.	Geofacies da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	93
22.	Dinâmica ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	96
23.	Uso da terra da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	98
24.	Situação ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	101
25.	Situação ambiental e divisão municipal da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	104
26.	Imagem de satélite do Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito)	105
27.	Imagem de satélite do Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba localizado no município de Teresina)	106
28.	Imagem de satélite do Setor 2 (Baixo curso do rio Parnaíba)	107
29.	Imagem de satélite do Setor 3 (Médio e baixo curso do rio Canindé)	108
30.	Imagem de satélite do Setor 4 (Baixo curso rio do Longá)	108
31.	Imagem de satélite do Setor 4 (Alto curso rio do Longá)	109
32.	Imagem de satélite do Setor 5 (Terrços fluviais entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba)	112
33.	Situação ambiental e bacias da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	116
34.	Localização das unidades de conservação na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	119
35.	Áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo na parte setentrional da Bacia do Parnaíba	123

LISTA DE QUADROS

Quadros	Pág.
1. Relação dos municípios envolvidos na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	75
2. Limnografia da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.....	87
3. Geofacies dos Tabuleiros do Parnaíba	90
4. Geofacies da Baixada de Campo Maior	91
5. Situação ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	99
6. Municípios envolvidos nos ambientes de situação crítica, grave e ruim	110
7. Setores com prioridades para conservação na área de estudo	117
8. Unidades de conservação de âmbito federal na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.....	120
9. Unidades de conservação de âmbito estadual na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.....	121
10. Unidades de conservação de âmbito municipal na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.....	121
11. Unidades de conservação particulares na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba	121

LISTA DE SIGLAS

Agência Nacional de Água	ANA
Área de Proteção Ambiental	APA
Associação da Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste	ABIOTEN
Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste	BIOTEN
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba	CODEVASF
Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	CNUCED
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	CNPq
Conselho Nacional do Meio Ambiente	CONAMA
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais	CPRM
Programa de Ecologia dos Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados	ECOCEM
Estudos de Impacto Ambiental	EIA
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis – Superintendência Regional do Piauí	IBAMA/PI
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	IBGE
Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional	IPHAN
Ministério do Meio Ambiente	MMA
Ministério da Ciência e Tecnologia	MCT
Organizações Não-Governamentais	ONG's
Política Nacional de Recursos Hídricos	PNRH
Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração	PELD
Relatório de Impacto sobre Meio Ambiente	RIMA
Reservas Particulares do Patrimônio Natural	RPPN's
Secretaria Especial do Meio Ambiente	SEMA
Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí	SEMAR/PI
Serviço Acadêmico de Intercâmbio Alemão.....	DAAD
Sistemas de Informações Geográficas	SIG's
Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	SNGRH
Sistema Nacional de Unidades de Conservação	SNUC
Sistema Nacional do Meio Ambiente	SISNAMA
Superintendência de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente	SDU

RESUMO

As áreas de tensão ecológica são espaços geográficos situados na interface entre diversos ecossistemas sujeitos ou não às pressões antrópicas. O estudo de Rivas (1996), definiu duas áreas: uma na parte setentrional da bacia, enquadrando o médio e baixo curso do Parnaíba e seus afluentes, e a outra, na região meridional, centralizada no vale do Gurguéia. O uso e a ocupação inadequada na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba tem alterado o equilíbrio ecossistêmico das áreas de nascentes e faixas marginais dos cursos d'água. A pesquisa tem por objetivos discutir metodologias de zoneamento geográfico e de cartografia digital e demonstrar as possibilidades de sua aplicação na análise de áreas de interesse de programas de pesquisas voltados para a conservação ambiental, tomando como estudo de caso a área de tensão ecológica setentrional da bacia hidrográfica do rio Parnaíba; caracterizar as bases físicas da região em estudo, detalhando os geossistemas/geofácies e identificar a situação ambiental, segundo Rivas (1996); criar uma base digital através dos problemas ambientais localizadas na região de estudo, a partir dos programas de geoprocessamento Carta Linx 4.2 e Arc View 3.2a; discutir aspectos da conservação ambiental na área de tensão ecológica envolvida e propor recomendações para conservação ambiental na área de estudo a partir da identificação de setores prioritários. A metodologia compreendeu no levantamento de referências sobre a conservação ambiental no Brasil, planejamento e zoneamentos ambientais no Brasil; o zoneamento geoambiental elaborado pelo IBGE para a bacia hidrográfica do Parnaíba e a aplicação da cartografia digital (Carta Linx 4.2 e Arc View 3.2a). Foram georreferenciadas as informações sobre a caracterização geoambiental, e em seguida sobrepostos os mapas digitais sobre divisão municipal, bacias e situação ambiental para seleção de setores prioritários para conservação. Com os resultados obtidos, o estudo de Rivas (1996) definiu a área de estudo em ambientes com situação estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica. Do cruzamento das variáveis como situação ambiental, municípios, bacias, unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo foram apontados cinco setores com prioridades para conservação na área de estudo, onde a situação do ambiente foi classificada como crítica, grave e ruim: cabeceiras do rio Sambito (setor 1: situação crítica), médio e baixo curso do rio Parnaíba (setor 2: situação grave), médio e baixo curso do rio Canindé (setor 3: situação grave), curso do rio Longá (setor 4: situação ruim) e terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba (setor 5: situação ruim). Constatou-se, também que a maioria das unidades de conservação se encontram em ambientes de situações estabilizada, satisfatória e tolerável, sendo que apenas três unidades como Parque Zoobotânico, Parque das Mangueiras e Parque Ecológico Cachoeira do Urubu se localizam no ambiente de situação ruim (setor 4 e 5). Com relação às áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo como Serra de Santo Antônio (Campo Maior – PI), Pedra do Castelo (Castelo do Piauí – PI), Cânion do Poti (Buriti dos Montes – PI) e Serra dos Matões (Pedro II – PI) não estão localizadas em ambientes de situação crítica, grave e ruim. O zoneamento geoambiental e a cartografia digital são importantes instrumentos para indicação de setores prioritários para fins de conservação, fornecendo, assim, elementos para o desenvolvimento de estudos futuros na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

PALAVRAS-CHAVE: Zoneamento geoambiental. Cartografia digital. Setores prioritários para conservação.

ABSTRACT

The areas of ecological tension are located geographical spaces in the interface among several subject ecosystems or not to the pressures antrópicas. The study of Rivas (1996), it defined two areas: one in the septentrional part of the basin, framing the medium and low course of Parnaíba and their tributaries, and the other, in the southern area, centralized in it is worth him/it of Gurguéia. The use and the inadequate occupation in the area of ecological tension of the northern part of the Basin of Parnaíba have been altering the balance ecosystemic of the areas of east and marginal strips of the courses of water. The research has for objectives to discuss methodologies of geographical zoning and of digital cartography and to demonstrate the possibilities of his/her application in the analysis of areas of interest of programs of researches gone back to the environmental conservation, taking as case study the area of septentrional ecological tension of the basin hidrográfica of the river Parnaíba; to characterize the physical bases of the area in study, detailing the geosystems/geofacies and to identify the environmental situation, according to Rivas (1996); to create a digital base through the environmental problems located in the study area, starting from the programs of geoprocessing Carta Linx 4.2 and Arc View 3.2a; to discuss aspects of the environmental conservation in the area of involved ecological tension and to propose recommendations for environmental conservation in the study area starting from the identification of priority sections. The methodology understood in the rising of references about the environmental conservation in Brazil, planning and environmental zonings in Brazil; the zoning geoambiental elaborated by IBGE for the basin hidrographic of Parnaíba and the application of the digital cartography (Letter Linx 4.2 and Arc View 3.2a). They were georeferenced the information on the characterization geoambiental, and soon afterwards put upon the digital maps about municipal division, basins and environmental situation for selection of priority sections for conservation. With the obtained results, the study of Rivas (1996) it defined the study area in atmospheres with stabilized situation, satisfactory, tolerable, bad, serious and critic. Of the crossing of the variables as environmental situation, municipal division, basins, units of conservation and areas of relevant landscape with potential for the tourism were pointed five sections with priorities for conservation in the study area, where the situation of the environment was classified as critic, serious and bad: headboards of the river Sambito (section 1: critical situation), medium and low course of the river Parnaíba (section 2: serious situation), medium and low course of the river Canindé (section 3: serious situation), course of the river Longá (section 4: bad situation) and located fluvial terraces among the medium and low course of the river Parnaíba (section 5: bad situation). It was verified, also that most of the units of conservation is in environment of situations stabilized, satisfactory and tolerable, and only three units as Parque Zoobotânico, Parque das Mangueiras e Parque Ecológico Cachoeira do Urubu are located in the environment of bad situation (section 4 and 5). With relationship the areas of relevant landscape with potential for the tourism as Serra de Santo Antônio (Campo Maior - PI), Pedra do Castelo (Castelo do Piauí - PI), Canyon do Poti (Buriti dos Montes - PI) and Serra dos Matões (Pedro II - PI) they are not located in environment of situation critical, serious and bad. The zoning geoambiental and the digital cartography are important instruments for indication of priority sections for conservation ends, supplying, like this, elements for the development of future studies in the area of ecological tension of the northern part of the Basin of Parnaíba.

KEY-WORDS: Zoning geoambiental. Digital cartography. Priority sections for conservation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL.....	17
2.1	Aspectos Históricos	17
2.2	Legislação Ambiental	19
2.2.1	Lei nº 6.938/81	20
2.2.2	Constituição Federal de 1988	21
2.2.3	Lei nº 4.771/65	21
2.2.4	Lei nº 9.433/97	23
2.2.5	Lei nº 9.605/98	26
2.2.6	Lei nº 9.795/99	27
2.2.7	Lei nº 9.985/00	28
2.2.8	Constituição do Piauí (1989)	30
2.2.9	Lei nº 4.854/96	31
2.2.10	Lei nº 5.165/00	32
2.2.11	Lei nº 1.932/88	33
2.2.12	Lei nº 2.475/96	34
2.2.13	Leis Municipais do Estado do Piauí	35
2.3	Geografia e Conservação	36
2.4	Planejamento e Zoneamento Ambientais no Brasil.....	43
2.4.1	Aspectos Conceituais	43
2.4.2	Zoneamentos Geoambientais no Brasil	46
2.4.3	Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	51
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3.1	Objeto de Estudo	62
3.2	Levantamento Cartográfico e Bibliográfico	63
3.3	Delimitação e Situação da Área de Estudo	64
3.4	Conservação Ambiental	64
3.5	Zoneamento Geoambiental	64
3.6	Cartografia Digital e Georreferenciamento	64
3.7	Representação Temática Digital	65
3.7.1	Situação da Área dentro da Bacia	65
3.7.2	Divisão Municipal	65
3.7.3	Sub-bacias Hidrográficas, Nascentes e Limnografia	65
3.7.4	Zoneamento Geoambiental	65
3.8	Sobreposição de Mapas Digitais: divisão municipal, bacias e situação ambiental	66

3.9 Setores Prioritários para Conservação	66
3.10 Visita e Registro de Campo	66
3.11 Análise sobre Conservação Ambiental	73
3.11.1 Unidades de Conservação e Áreas de Paisagem Relevante com Potencial para o Turismo	73
3.12 Recomendações para Conservação Ambiental	74
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA	75
4.1 Localização	75
4.2 Caracterização Sócio-econômica	77
4.3 Sub-bacias Hidrográficas, Nascentes e Limnografia	81
4.3.1 Sub-bacias Difusas do Médio Parnaíba	83
4.3.2 Sub-bacia do Canindé	83
4.3.3 Sub-bacia do Poti	83
4.3.4 Sub-bacias Difusas do Baixo Parnaíba	85
4.3.5 Sub-bacia do Longá	86
4.3.6 Sub-bacia do Pirangi	87
4.3.8 Limnografia	87
4.4 Zoneamento Geoambiental	88
4.5 Dinâmica Ambiental	94
4.5.1 Meios Estáveis	94
4.5.2 Meios de Transição	94
4.5.3 Meios de Instáveis	95
4.6 Uso da Terra	97
4.7 Situação Ambiental	99
5 ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA	102
5.1 Introdução	102
5.2 Análise sobre Situação Ambiental	102
5.2.1 Situação ruim, grave e/ou crítica	103
5.3 Situação Ambiental e Sub-bacias Hidrográficas	113
5.4 Unidades de Conservação e Áreas de Paisagem Relevante com Potencial para o Turismo	118
5.5 Recomendações sobre Conservação Ambiental	126
6 CONCLUSÕES	127
REFERÊNCIAS	130
APÊNDICES	

1 INTRODUÇÃO

O IBGE define área de tensão ecológica como espaço geográfico situado na interface entre diversos ecossistemas/biomas submetidos ou não às pressões antrópicas. No Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba (RIVAS, 1996), definiram-se duas áreas de tensão ecológica: uma na porção setentrional da bacia, enquadrando o médio e baixo curso do Parnaíba e seus afluentes, e a outra, na região meridional, centralizada no vale do Gurguéia. Esta pesquisa tem como objeto de estudo a área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia.

O macrozoneamento diagnosticou a qualidade ambiental da área, chegando as seguintes classes de situação: satisfatória, tolerável, estabilizada, ruim, grave e crítica. Essas classes são reflexos da deterioração gradativa do ambiente, como consequência da ação humana desordenada. Portanto, urge a adoção de medidas apropriadas para orientar a ocupação nessas áreas, fornecendo elementos para conservação dos recursos naturais.

Atualmente existem programas e projetos voltados para conservação ambiental na área de estudo. Destaca-se o Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) executado por diversas universidades brasileiras, sob coordenação do CNPq e em parceria com a Conservação Internacional do Brasil. O Programa visa promover a organização e consolidação do conhecimento científico sobre a composição e funcionamento dos ecossistemas, gerando informações e instrumentos necessários para a avaliação do status de conservação da biodiversidade.

A área de tensão ecológica foi escolhida por duas razões: a primeira por ser definida pelo Rivas (1996) e de interesse do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) e a segunda por causa da localização do Sítio 10 do PELD está situado dentro da área de tensão ecológica e vinculado aos Programas Ecologia dos Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados (ECOCEM) e Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (BIOTEN), onde, as suas atividades científicas têm como finalidades propor diretrizes para o uso sustentável dos recursos ambientais, contribuindo na criação de metodologias de conservação.

Os estudos nessa área são conduzidos sob coordenação da Associação de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (ABIOTEN) e contam com a participação de órgãos federais (IBAMA e IPHAN-PI), órgãos estaduais (SEMAR-PI), prefeituras municipais e ONG's voltadas para a proteção e conservação da biodiversidade.

O importante levantamento coordenado por Rivas (1996), base desta pesquisa, é exemplo do enfoque sistêmico, integrando componentes geoambientais e sócio-econômicos, de maneira interdisciplinar, fornecendo instrumentos para iniciar as discussões sobre as áreas (setores) prioritárias para conservação. Contudo, foi elaborado numa época que ainda não estavam disseminados os recursos disponíveis para o tratamento de informações geográficas.

Os Sistemas de Informações Geográficas tornaram-se largamente utilizados em diversas áreas do conhecimento, especialmente nos estudos ambientais. Nesse caso, as técnicas da cartografia digital constituem ferramenta importante e precisa e permitem realizar investigações, oferecendo produtos digitais básicos da área de estudo.

A caracterização das questões ambientais mais relevantes na área de tensão ecológica como compartimentações naturais (regiões, geossistemas e geofacies), dinâmica ambiental, uso da terra e situação ambiental constituem subsídios para o planejamento e a gestão ambiental na região envolvida.

A presente dissertação tem como suporte o estudo de Rivas (1996), atualizado com recursos da cartografia digital, e levanta elementos de conservação ambiental com o propósito de indicar áreas prioritárias para conservação na área de tensão ecológica objeto de estudo.

A pesquisa tem por objetivos:

- Discutir metodologias de zoneamento geográfico e de cartografia digital e demonstrar as possibilidades de sua aplicação na análise de áreas de interesse de programas de pesquisas voltados para a conservação ambiental, tomando como estudo de caso a área de tensão ecológica setentrional da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.
- Caracterizar as bases físicas da região em estudo, detalhando os geossistemas/geofacies e identificar a situação ambiental, de acordo com Rivas (1996);

- Criar uma base digital através dos problemas ambientais localizados na região de estudo, a partir dos programas de geoprocessamento Carta Linx 4.2. e Arc View 3.2a;
- Discutir aspectos da conservação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba;
- Propor recomendações para a conservação ambiental na área de estudo, a partir da identificação de setores prioritários.

A dissertação está dividida em cinco partes, sendo que na primeira abrange a definição, a identificação e a delimitação da área de tensão ecológica da Bacia do Parnaíba; a atuação dos programas e projetos voltados para conservação ambiental; a relevância da Cartografia Digital e os objetivos da pesquisa.

A segunda parte compreende um levantamento das instituições, códigos e leis sobre a conservação no Brasil: Lei nº 6.938/81 (PNMA), Constituição Federal (1988), Código Florestal (1965), Lei dos Crimes Ambientais (1996), Lei das Águas (1997), SNUC (2000), Constituição do Piauí (1989), Lei nº 4.854/96, Lei nº 5.165/00, Plano Diretor de Teresina (1988), Lei nº 2.475/96 e algumas leis de municípios do Estado do Piauí. Abrange, também, uma revisão dos instrumentos da Geografia sobre a conservação ambiental e aborda aspectos conceituais a respeito do planejamento e zoneamentos ambientais, assim como os zoneamentos geoambientais realizados no Brasil, e elaborou-se também a revisão dos resultados do estudo de Rivas (1996).

A terceira parte apresenta aspectos metodológicos e operacionais da pesquisa como definição do objeto de estudo; levantamento cartográfico e bibliográfico utilizado; delimitação da área de estudo; análise da conservação ambiental, zoneamento geoambiental e cartografia digital; estudos sobre os cursos d'água, nascentes, unidades de conservação e áreas com potencial para o turismo; representação dessas informações em mapas digitais; e através da correlação das informações obtidas, a indicação e a setorização de áreas prioritárias e sugestões para conservação ambiental na região em estudo.

A quarta parte caracteriza a área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, conforme a localização, os aspectos sócio-econômicos, as bacias, as nascentes, a limnografia e o zoneamento geoambiental. Os aspectos sócio-econômicos da área de estudo foram levantadas a partir de informações do IBGE (2001), Censo Demográfico (IBGE, 2000),

Atlas de Desenvolvimento Humano (2000) e Bases de Informações Municipais (2000). Com relação à descrição e a identificação das bacias hidrográficas, as nascentes e a limnografia foram utilizados dados do Atlas do Abastecimento de Água do Estado do Piauí - SEMAR/DNOCS/ANA/MMA (2004), Lima (1982) e Baptista (1971, 1981 e 1989), e enfim, levantou e analisou-se as compartimentações naturais (geossistemas e geofacies) a dinâmica ambiental, o uso da terra e a situação ambiental segundo Rivas (1996).

A quinta parte discute a conservação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. Abrange uma análise sobre situação ambiental adotada por Rivas (1996); a definição de setores para fins de conservação, incluindo a sobreposição de mapas digitais sobre situação ambiental (crítica, grave e ruim) e municípios, e, sub-bacias hidrográficas e situação ambiental; a localização e a realidade das unidades de conservação e de áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo situadas nos ambientes de situação crítica, grave e ruim segundo Rivas (1996); e recomendações para conservação dos recursos naturais. Seguindo um roteiro metodológico, discutiu-se a classificação dos ambientes em situação estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica conforme o estudo de Rivas (1996) e a identificação e caracterização dos cinco setores prioritários para conservação na área de estudo localizado na situação crítica, grave e ruim. Também, apontou e discutiu a realidade das unidades de conservação e das áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo nos ambientes de situação crítica, grave e ruim. Com base nessas discussões foram propostas recomendações para conservação ambiental.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

2.1 Aspectos Históricos

Desde o século XIX há discussões e propostas para conservação da natureza no Brasil. Na década de 1930 do século passado foi estabelecida uma legislação específica, que resultou na criação de códigos de floresta, de águas e de minas e pesca, órgãos governamentais para gerir na área, e até mesmo nas primeiras áreas protegidas do país: os parques nacionais de Itatiaia, da Serra dos Órgãos e do Iguaçu. (URBAN, 1998).

As iniciativas na área sul-sudeste e centro-sul do país avançaram de maneira diferenciada nas décadas seguintes. A realização da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, 1972, foi um marco, com fortes impactos na sociedade em geral, e no posicionamento das questões frente à temática (MARCONDES, 2005).

Na década de 1980 foram estabelecidos novos referenciais para a gestão ambiental. Em 1981 foi aprovada a lei nº 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA. Esta lei estabeleceu objetivos, ações e instrumentos visando não somente a preservação, mas também a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, comprometendo-se em assegurar as condições para o desenvolvimento sócio-econômico, os interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana, atendendo aos princípios da Constituição Federal (Camargo et al., 2004). Ela serviu de base para a criação da legislação ambiental brasileira: Lei dos Crimes Ambientais (1996), Lei das Águas (1997), SNUC (2000), Lei nº 4854/96 - Política Estadual do Meio Ambiente do Piauí, Lei nº 2.475/96 - Política Municipal do Meio Ambiente de Teresina e Lei nº 5165/00 - Política Estadual dos Recursos Hídricos do Piauí.

Foi instituído o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), com estrutura representada por seu órgão superior, o Conselho de Governo, composto por todos os ministros, sob a Coordenação da Casa Civil. A instância deliberativa e consultiva do SISNAMA compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), integrando hoje 101 membros, sendo 32 do governo federal, 27 dos estados e Distrito Federal, 8 municípios, 22 da sociedade civil, 8 do setor produtivo, mais um membro honorário.

A lei 6.938/81 contribuiu na criação de um Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), em 1989, se incluiu nessa relação, visando o uso racional e sustentável dos recursos ambientais com vistas à manutenção, melhoria ou recuperação da qualidade ambiental.

Em 1989, implantou-se o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, substituindo o antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). O IBAMA é um órgão autônomo e executor que comanda atividades de fiscalização e apreensão dos crimes ambientais.

Em 1992, aconteceu no Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUCED) que reuniu legisladores, diplomatas, cientistas, a mídia, e representantes de organizações não-governamentais (ONG's) de 179 países, com propósito de interagir o desenvolvimento humano e o meio ambiente. Os resultados dessa Conferência geraram documentos como a Agenda 21, a Declaração de Princípios sobre Florestas, a Convenção sobre Diversidade Biológica e os conceitos de Desenvolvimento Sustentável, que através destes, recomendaram-se novas formas de educação, preservação de recursos naturais e participação no planejamento de uma economia sustentável. Este evento contribuiu para a criação de leis e instituições voltadas para a conservação e preservação do meio ambiente, tais como: Lei dos Crimes Ambientais (1996), Lei das Águas (1997), Lei da Educação Ambiental (1999) e Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000) (CAMARGO et al., 2004).

No ano de 1997, realizou no Brasil a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida mais tarde como "Rio+5". Foi caracterizada pela forte participação empresarial e a presença de organizações não-governamentais. Segundo o Ministério do Meio-Ambiente (1997), os objetivos fundamentais da "Conferência Rio+5" foram resumidos a quatro: criar uma nova estrutura para a operacionalização do desenvolvimento sustentável, com a participação significativa da sociedade civil e econômica, compartilhar práticas bem sucedidas e valores para uma ação em prol do desenvolvimento sustentável, produzir recomendações para a criação e implantação de programas locais e nacionais para sustentabilidade com base na Agenda 21, produzir recomendações para a "governabilidade global" no marco do desenvolvimento sustentável focalizando-se nos acordos, instituições e organizações internacionais e regionais (MARCONDES, 2005).

Em 2002, aconteceu a Conferência da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), realizada na cidade de Johannesburgo na África do Sul, denominada Rio+10. Teve como objetivo fazer um balanço dos resultados práticos obtidos a partir dos acordos firmados entre os 179 países que participaram da Rio-92. A Rio+10 chama a atenção da opinião pública mundial para a urgência e necessidade de cumprimento das ações da Rio-92 (Carta da Terra, Agenda 21, regimes internacionais que afetam a qualidade e seguridade de vida etc.) e das conferências da ONU dos anos 1990, como as de direitos humanos (Viena-93), de desenvolvimento social (Copenhague-95), Habitat II (Istambul-96) e Segurança Alimentar (Roma-96). A Rio+10 foi uma conferência que buscou um consenso na avaliação geral das condições atuais e prioridades para ações futuras (CAMARGO et al., 2004).

2.2 Legislação Ambiental

A seguir serão revistas as contribuições da legislação ambiental brasileira:

- Lei nº 6938/81 (PNMA),
- Constituição Federal (1988),
- Código Florestal (1965),
- Lei dos Crimes Ambientais (1996),
- Lei das Águas (1997),
- SNUC (2000),
- Constituição do Piauí (1989),
- Lei nº 4854/96,
- Lei nº 5165/00,
- Plano Diretor (1988),

- Lei nº 2.475/96 e algumas leis municipais do estado do Piauí que proporcionará elementos para a discussão da conservação ambiental na área de estudo.

2.2.1 Lei Nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio ambiente)

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) foi estabelecida pela Lei nº 6.938/81. Esta Lei tem um arcabouço de instituições para a formulação de políticas com respeito ao meio ambiente em todos os níveis de governo (união, estados e municípios). Constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente e o Cadastro Técnico Federal de Atividades visando à preservação e à conservação da qualidade do meio ambiente.

A Política Nacional do Meio Ambiente segue uma orientação de comando e controle, baseados na regulação direta das atividades econômicas utilizadoras de recursos ambientais que também são mecanismos fundamentais para a conservação e o desenvolvimento do país, tais como: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, zoneamento ambiental, avaliação de impactos ambientais, licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental, a criação de espaços territoriais para a conservação e preservação do meio ambiente, o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente, o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental, as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental e muito outros.

A Lei nº 6.938/81 determinou a criação de órgãos para fiscalizar e controlar as atividades econômicas que porventura possa causar algum dano ambiental. O Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMAR) e Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) são os órgãos superior, central, setoriais, seccionais e locais, respectivamente, que têm a responsabilidade de disciplinar, avaliar e fiscalizar as atividades econômicas que afetam o equilíbrio ambiental no Brasil.

2.2.2 Constituição Federal (1988)

A Constituição Federal Brasileira de 1988 é um documento de significativa importância, na defesa do meio ambiente e do patrimônio genético, com vistas na conscientização dos brasileiros de preservar o meio ambiente e favorecer melhorias nas suas condições de vida.

O artigo 225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao Poder Público e a coletividade o dever de preservar e restaurar os processos ecológicos e os ecossistemas; preservar a biodiversidade e a integridade do patrimônio genético; definir, em todas as unidades da federação espaços territoriais e seus componentes a serem protegidos; exigir, na forma de lei, um estudo prévio de impacto ambiental na instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação do meio ambiente; controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas para não atingir a qualidade de vida e o meio ambiente; promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino visando à preservação e conservação do meio ambiente.

2.2.3 Lei nº 4.771/65 (Código Florestal -1965)

No dia 05 de setembro de 1965 aprovou-se a Lei nº 4771/65 denominada de Código Florestal (1965), por tratar das florestas e demais formas de cobertura vegetal no território brasileiro, e estabeleceu os seguintes espaços protegidos no país: Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.

Definem-se as Áreas de Preservação Permanente como espaços protegidos, cobertos ou não por vegetação nativa, que tem como funcionalidade ambiental à preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade e a proteção do solo, assegurando a qualidade de vida das populações humanas.

O artigo 2º do Código Florestal (1965) considera as Áreas de Preservação Permanente, as florestas e as demais formações vegetais localizadas: ao longo das faixas marginais dos cursos d'água, ao redor dos reservatórios de águas naturais e artificiais, nas nascentes num raio mínimo de 50 metros de largura, nos topos de serras, montanha e morros, nas encostas com uma declividade superior a 45°, nas restingas, nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, em altitude superior a 1800 metros. Dessa forma, as áreas são destinadas para atenuar a erosão das terras, fixar as dunas, auxiliar a defesa do território brasileiro, proteger os

sítios arqueológicos, proteger a fauna e flora ameaçada de extinção e manter o meio ambiente equilibrado para assegurar a vida das populações indígenas e o bem estar público.

O artigo 8º do Código Florestal proíbe nas áreas de preservação permanente, a distribuição de lotes destinadas à agricultura, em planos de colonização e de reforma agrária. Também não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de relevo com inclinação entre 25 a 45º graus, porque de acordo com o código florestal são áreas suscetíveis ao desmoronamento quando retiradas a cobertura vegetal de um determinado local, podendo trazer sérios riscos ambientais, tais como: diminuição das espécies vegetais, desmoronamento, deslizamento etc.

Já a Reserva Legal é uma área delimitada em torno de 20 a 50% de cada propriedade, onde não se permite o corte total da cobertura vegetal original, sendo apenas destinada à preservação. No artigo 16 do Código Florestal (1965) aborda que nas regiões leste, meridional, sul e centro-oeste do país, as derrubadas de florestas nativas só serão permitidas desde que seja respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade. Nas regiões norte e na parte norte do centro-oeste do Brasil as derrubadas de florestas primitivas só serão concedidas até o máximo de 50% da área de propriedade. As regiões nordeste e leste setentrional inclusive nos Estados do Maranhão e Piauí, o corte de árvores e a exploração de florestas só serão permitidos com monitoramento de normas técnicas a serem estabelecidas pelo Poder Público, Conselho Nacional do Meio Ambiente e Conselho Estadual do Meio Ambiente do Piauí. No Estado do Piauí a derrubada de matas nativas corresponde até 30% da área da propriedade.

A atuação do Poder Público Federal, Estadual e Municipal nas áreas de preservação permanente ainda não é tão eficaz, devido a não institucionalização jurídica dessas áreas, a falta de pessoas capacitadas nos órgãos públicos para realizar estudos de impactos ambientais e a articulação deficiente entre o poder público, secretarias estaduais e municipais, IBAMA e as demais instituições relacionadas às questões ambientais, que possibilita aos infratores prosseguir com os seus crimes ambientais. Mas, nos últimos anos, o Poder Público vem se esforçando contra esses danos ambientais provocados pelo homem, sendo que o Código Florestal é um instrumento importante para a fiscalização de práticas inadequadas nas áreas de preservação permanente e reservas legais, contribuindo para a conservação e preservação do meio ambiente.

2.2.4 Lei 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos)

A criação da lei dos recursos hídricos no Brasil teve início no ano de 1934 com a aprovação do Código das Águas. O seu principal objetivo era o cumprimento dos dispositivos legais como leis, decretos e portarias. A partir da Constituição Federal de 1988 (inciso XIX do artigo 121) foi estabelecido o marco legal para a implantação de um novo modelo de gestão de recursos hídricos de modo integrado, descentralizado, tendo a bacia hidrográfica como unidade administrativa e órgãos colegiados em diferentes níveis como instâncias deliberativas.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433 de 08/01/1997, definiu cinco instrumentos essenciais à boa gestão do uso da água:

1º) O Plano Nacional de Recursos Hídricos é o primeiro instrumento e trata não só de atualização e consolidação dos chamados Planos Diretores de Recursos Hídricos, mas que permite inserir mudanças e ajustes segundo à evolução do nosso desenvolvimento.

2º) O Direito de Uso dos Recursos Hídricos é o segundo instrumento pelo qual o usuário recebe uma autorização, ou uma concessão, ou ainda uma permissão, para fazer uso da água. A outorga de direito de uso da água constitui o elemento central do controle para o uso racional dos recursos hídricos.

3º) A Cobrança pelo Uso da Água é essencial para criar as condições de equilíbrio entre as forças da oferta e da demanda, promovendo, a harmonia entre os usuários competidores.

4º) O Enquadramento dos Corpos d'água em Classes de Uso é um instrumento que permite fazer a ligação entre a gestão da quantidade e qualidade da água.

5º) O Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos é encarregado de coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos e seus usos, provendo os gestores, os usuários e a sociedade civil.

A Lei nº 9433/97 estabelece um arranjo institucional baseado em novos tipos de organização para a gestão do uso racional da água. Os organismos criados pelo novo sistema são:

- O Conselho Nacional e Recursos Hídricos (CNRH), o órgão mais elevado da hierarquia do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.
- Os Comitês de Bacias Hidrográficas, tipo de organização inteiramente nova na administração dos bens públicos do Brasil, contando com a participação dos usuários, prefeituras, sociedade civil organizada, demais níveis de governo (estaduais e federal), e destinados a agir como o que se poderia denominar de “o parlamento das águas da bacia”.
- As Agências da Água são organismos que servem como o “braço técnico” de seus correspondentes comitês, destinadas a gerir recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, desenvolvendo a chamada “engenharia” dos sistemas.
- As Organizações Cívicas de recursos hídricos são entidades atuantes no setor de planejamento e gestão do uso dos recursos hídricos e que podem ter destacada participação no processo decisório e de ter monitoramento das ações (BRASIL, 1997).

A PNRH (Lei nº 9433/97) estabelece como um dos seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implantação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH).

Para Botelho e Silva (2004), a bacia hidrográfica define-se como um território drenado por um curso d'água principal, afluentes e sub-afluentes intermitentes ou perenes. Adotada como unidade espacial na Geografia Física desde o final dos anos de 1960 vem sendo incorporada, nos últimos anos, às Ciências Ambientais através de estudos e projetos de pesquisas. Compreendida como célula básica de análise ambiental, os estudos sobre as bacias permitem conhecer e avaliar os diversos componentes, processos e interações que nelas sucedem.

As bacias são unidades de planejamento e gestão que podem ser consideradas como um quebra-cabeça, composto de micro e pequenas bacias que estão sujeitos as atividades humanas (agricultura, pecuária, extração mineral e vegetal, urbanização e industrialização). A interferência antrópica ou natural, numa bacia, acarreta mudanças no sistema, na quantidade e qualidade da água nos rios.

Muitos autores discutem a utilização da bacia hidrográfica como área de trabalho. Uns defendem que estabelecer a unidade como uma definição de área de estudo torna-se inadequado, porque se torna um espaço de funções urbanas ou agrícolas aumentando a

complexidade do estudo sobre os fenômenos que ocorrem na bacia devido à diversificação de produtores e consumidores pelo incremento das suas inter-relações e pela sua independência externa. Um outro impasse é desconsiderar os dados socioeconômicos, censitários, de infraestrutura e das estatísticas no Brasil disponíveis por município que, freqüentemente, não obedece aos limites das bacias hidrográficas (SANTOS, 2004).

A partir da segunda metade da década de 1990, a conscientização da sociedade cresceu com relação à importância da água como elemento essencial à vida e a muitas atividades humanas. Isso impulsionou o desenvolvimento de estudos e a criação de leis a nível federal, estadual e municipal regulamentando o uso dos recursos hídricos como a Lei nº 9.433/97 e a Lei nº 5.165/00. Desse modo, incrementou os estudos sobre o valor das bacias hidrográficas como unidade de análise e planejamento ambientais com vistas numa avaliação integrada com as ações humanas no meio ambiente (BOTELHO e SILVA, 2004).

Em 2002 ocorreu o maior prolongamento de estiagem que resultou no racionamento do abastecimento de águas em algumas capitais e do consumo de energia em todo o país. Algumas cidades abastecidas pela Bacia do Rio Piracicaba e pelo rio Paraíba do Sul foram seriamente afetadas.

Diante disso, muitos pesquisadores começaram a intensificar o desenvolvimento de estudos sobre as bacias hidrográficas como um espaço de planejamento e gestão hídrica, compatibilizando os aspectos demográficos, sociais, culturais e econômicos das regiões no país. Nesse sentido, a água passa a se tornar um recurso natural limitado e dotado de valor econômico.

Nesse contexto, a cobrança do uso dos recursos hídricos e pela administração e aplicação no âmbito da bacia, onde são arrecadados esses recursos, poderão contribuir à implementação de políticas públicas voltadas para a recuperação das bacias hidrográficas, através do reflorestamento das margens dos cursos d'água e da identificação de nascentes.

Os estudos sobre bacias hidrográficas são instrumentos que orientam o poder público e a sociedade, ao longo prazo, utilizando e monitorando os recursos ambientais na área circunscrita de uma determinada bacia hidrográfica envolvida, de forma a promover o uso sustentável dos recursos naturais.

2.2.5 Lei 9.605/98 (Lei dos Crimes Ambientais)

Na década de 1990, intensificou-se o desequilíbrio ambiental no Brasil devido às práticas criminosas relacionadas à exploração inadequada do meio ambiente. Diante das circunstâncias sancionou-se a Lei nº 9605, 12 de fevereiro de 1998, conhecida como a Lei dos Crimes Ambientais, tendo como objetivo estabelecer condições de sustentabilidade ambiental em suas práticas cotidianas, contribuindo, assim, para o desenvolvimento e conservação dos ecossistemas.

A Lei dos Crimes Ambientais fixa as sanções penais e administrativas relacionadas às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. No artigo 8 desta Lei, as penas restritivas de direito ao meio ambiente são: a prestação de serviços à comunidade, a suspensão parcial ou total das atividades, a prestação pecuniária e o recolhimento domiciliar.

Os crimes praticados contra a flora, a fauna e outros se resumem em: destruir, danificar ou cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem autorização do órgão competente; causar dano direto ou indireto às unidades de conservação; extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais; impedir a regeneração natural de florestas e demais formas de cobertura vegetal; causar poluição hídrica que interrompa o abastecimento da água de uma comunidade; matar, perseguir, caçar, apanhar e utilizar espécimes de fauna silvestre.

A pena desses crimes varia entre 6 meses a 5 anos de prisão e multas entre R\$ 50,00 a R\$ 50.000,00. Essas multas são cobradas de acordo com as unidades, hectares, metros cúbicos e quilogramas do ambiente degradado.

O dez por cento dos valores arrecadados das multas são revertidos ao Fundo Nacional do Meio Ambiente, que tem o propósito de recuperar e restaurar o ambiente degradado. Nesse sentido, a regulamentação da Lei dos Crimes Ambientais contribuiu para a conservação e preservação do meio ambiente, penalizando os infratores e definindo valores de multas de acordo com os crimes ambientais constituindo-se em uma ferramenta de preservação do meio ambiente.

2.2.6 Lei 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental)

Aprovada a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, a Educação Ambiental caracteriza-se como um processo que por meio do indivíduo e da coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo essencial, à sadia qualidade de vida e de sua sustentabilidade (artigo 1º).

A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação do país, devendo estar presente de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (artigo 2º).

Os princípios básicos da Educação Ambiental são:

- I. o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
- II. a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob enfoque da sustentabilidade;
- III. o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na visão inter, multi e transdisciplinaridade;
- IV. a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- V. a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
- VI. a permanente avaliação crítica do processo educativo;
- VII. a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
- VIII. o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

As atividades da Política Nacional de Educação Ambiental devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio de atuação: a capacitação de recursos humanos, o desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações, a produção e divulgação de material educativo, e o acompanhamento e a avaliação.

Vale ressaltar que todos têm direito à Educação Ambiental, cabendo ao poder público, às instituições educativas, ao SISNAMA, aos meios de comunicação de massa, às empresas, às entidades de classes, às instituições públicas e privadas e à sociedade, utilizar a Educação

Ambiental como um componente essencial para conservação e preservação dos recursos naturais no país e no mundo.

2.2.7 Lei 9.985/00 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação)

Com promulgação da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) fixa normas e critérios para a criação, a implantação e a gestão de unidades de conservação no país. Estas unidades dispõem planos de manejo abrangendo áreas de uso sustentável e proteção integral, zonas de amortecimento e corredores ecológicos, incluindo medidas como promover sua integração a vida econômica e social das comunidades vizinhas.

O SNUC tem como objetivos: contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos no território nacional, proteger as espécies ameaçadas de extinção, contribuir para a preservação e restauração dos ecossistemas naturais, proteger as paisagens naturais, proteger e recuperar as áreas degradadas, proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, e favorecer condições para implementação da educação ambiental nas unidades de conservação.

O SNUC adota as unidades de conservação como espaços protegidos ou espaços territoriais legalmente institucionalizados pelo Poder Público e CONAMA, com vistas à preservação e conservação do meio ambiente. Há duas categorias de unidades de conservação: proteção integral e uso sustentável. As unidades de conservação de proteção integral são áreas destinadas à preservação do meio ambiente, não admitindo a exploração dos recursos ambientais, salvo apenas quando compatível com a categoria de manejo atribuída no ato de sua criação. Esse grupo se constitui em: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre. A maioria dessas áreas é de domínio público, sendo que algumas podem ser particulares. A visitação pública é proibida exceto aquela que não objetiva o plano de manejo da unidade e a pesquisa científica que depende da autorização do órgão responsável pela administração da unidade (BRASIL, 2000).

A Estação Ecológica objetiva a preservação do meio ambiente e a realização de pesquisas científicas. Essa unidade é de domínio público sendo que as áreas particulares situadas aos seus arredores são desapropriadas. Na Estação Ecológica permitem-se algumas alterações nos ecossistemas, como por exemplo: medidas voltadas para restauração de

ecossistemas modificados; manejo de espécies com o fim de preservar a biodiversidade e coleta de componentes dos ecossistemas para fins científicos.

A Reserva Biológica tem como finalidade a preservação da biota e os demais atributos naturais, sem interferência humana direta.

O Parque Nacional visa à preservação de ecossistemas naturais, possibilitando a realização de pesquisa científica e o desenvolvimento de atividades educativas, turismo e outros.

O Monumento Natural preserva os sítios naturais. É um espaço territorial que pode se constituir como uma área particular desde que possibilite a compatibilização do uso adequado da terra e dos recursos ambientais do local pelos donos da unidade.

O Refúgio de Vida Silvestre protege ambientes naturais para assegurar a reprodução de espécies ou comunidades da flora local.

As unidades de conservação de uso sustentável são áreas voltadas para a conservação do meio ambiente, ou seja, exploração dos recursos ambientais de forma sustentável, garantindo a perenidade dos recursos e o equilíbrio dos processos ecológicos. Compreende-se: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural. As unidades podem ser tanto de domínio público ou privado, as pesquisas científicas e as visitas públicas só serão realizadas desde que obedeçam às normas e restrições realizadas pela autoridade responsável pela unidade (BRASIL, 2000).

A Área de Proteção Ambiental (APA) é um espaço territorial extenso, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos físicos, bióticos, culturais e especialmente fundamentais para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivo proteger a biodiversidade, disciplinar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade ambiental.

A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma unidade de pequena extensão territorial, com pouca ou nenhuma ocupação humana e tem como finalidade manter os ecossistemas naturais e regular o uso admissível dessas áreas.

A Floresta Nacional é uma área constituída por cobertura florestal de espécies predominantemente nativas. Caracteriza-se por ser de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

A Reserva Extrativista é uma unidade utilizada por populações extrativistas tradicionais que tem como finalidade proteger os meios de vida e cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos ambientais da área.

A Reserva de Fauna é uma área delimitada destinada à população de animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável, espaço territorial institucionalizado, abriga as populações tradicionais, basear-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos ambientais desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais.

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma área recortada de domínio privado que tem como intuito o de conservar a biodiversidade perpetuamente.

O SNUC (2000) permite o recebimento de recursos ou doações de qualquer natureza provenientes de organizações privadas ou públicas ou de pessoas físicas que desejam colaborar com a conservação das áreas protegidas, cabendo à administração desses recursos ao órgão gestor da unidade.

Nesse sentido, a Lei nº 9.985/00 aplicada na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba torna-se um instrumento de conservação ambiental que contribui para a manutenção, a utilização sustentável, a recuperação e a restauração do ambiente natural.

2.2.8 Constituição Estadual do Piauí (1989)

A Constituição Estadual do Piauí foi publicada no Diário Oficial do Estado nº 186, de 5 de outubro de 1989, com os seguintes objetivos: construir uma sociedade livre, justa e solidária; erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e

promover o bem de todos, sem preconceitos da origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.

No inciso II do artigo 14 aborda que o Estado, a União e os Municípios devem proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; preservar as florestas, a fauna e a flora; registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.

A Constituição do Estado do Piauí fixa diretrizes sobre a fiscalização, a proteção e a exploração dos recursos ambientais na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, como contribuição para adquirir o meio ambiente equilibrado, assegurando melhorias na qualidade de vida das pessoas. Porém, o que realmente falta é a consciência dos cidadãos piauienses, que ainda não reconhecem a importância da conservação e preservação da natureza, como uma garantia para o futuro e uma melhoria da qualidade de vida da sociedade brasileira.

2.2.9 Lei 4.854/96 (Política Estadual do Meio Ambiente do Piauí)

Com a aprovação da lei nº 4.854/96 sobre a Política de Meio Ambiente do Estado do Piauí, estabeleceu-se normas para a proteção do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população. A lei determina a preservação e conservação dos recursos naturais, o manejo equilibrado e a utilização econômica racional dos recursos não-renováveis. Permite, também, a utilização adequada do espaço territorial e dos recursos hídricos destinados para fins urbanos e rurais através de uma definição de uso e ocupação, normas de projetos e outros.

No artigo 4 da Política Ambiental do Piauí estão as três principais diretrizes básicas: controle, fiscalização, vigilância e proteção ambiental; estímulo ao desenvolvimento científico voltado para o uso racional dos recursos naturais e educação ambiental.

A ação do Estado do Piauí na gestão de meio ambiente demonstra que planejar e desenvolver ações de promoção, proteção, conservação, recuperação e reparação proporcionam uma melhoria na qualidade de vida da população. Desse modo deve-se elaborar um plano estadual de proteção ao meio ambiente, definir áreas prioritárias de ação governamental para a preservação, identificar, criar e administrar unidades de conservação e outras áreas protegidas para proteção de mananciais, ecossistemas naturais, flora e fauna, recursos genéticos, conceder licenças relativas ao meio ambiente, implantar o sistema de

informações sobre meio ambiente, promover a educação ambiental e operacionalizar o sistema de monitoramento ambiental como fatores essenciais para garantir um ambiente equilibrado.

No Piauí, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMAR) tem a responsabilidade de criar medidas legais à preservação e conservação ambiental de qualquer natureza. E esses objetivos da SEMAR estão relacionados à proposição e execução da política ambiental no Piauí, à coordenação de ações e execuções de planos, programas, projetos e atividades de proteção ambiental, ao estabelecimento de diretrizes de proteção ambiental para as atividades que interferem na qualidade do meio ambiente e muito outros.

2.2.10 Lei 5.165/00 (Política Estadual de Recursos Hídricos do Piauí)

Em 17 de agosto de 2000 aprovou-se a Lei nº 5.165/00 que dispõe a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, tendo em vista que os princípios e a estrutura estão preconizados na Constituição Federal (1988), e na Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos.

Os dispositivos legais referentes aos recursos hídricos no Piauí, na Lei nº 5.165/00, praticamente repetem os artigos da Lei nº 9.433/97. Mas existem apenas alguns acréscimos, tais como: o desenvolvimento de programas de atividades à capacitação profissional no âmbito dos recursos hídricos e a execução e manutenção de campanhas educativas visando à conscientização da sociedade para a utilização racional dos recursos hídricos no estado do Piauí. Outro acréscimo na Política Estadual de Recursos Hídricos foram os dois instrumentos: o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (artigo 2, VI e VII artigo 4).

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) foi estabelecido como um instrumento de suporte financeiro da Política Estadual de Recursos Hídricos e das ações dos componentes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos. A gestão financeira do FERH será contratada pela SEMAR com instituição integrante do sistema financeiro nacional, que será supervisionado pela Secretaria da Fazenda do Estado (seção VII, artigos 25 e 26).

O capítulo III do artigo 48 enfatiza a participação dos municípios na gestão dos recursos hídricos. O Estado visa incentivar a formação de consórcios e associações

intermunicipais de bacia hidrográfica. Um outro papel do Estado é delegar ao município a organização de técnicas e na área administrativa o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse exclusivamente local, compreendendo as bacias hidrográficas situadas no território do município e nos aquíferos subterrâneos em sua área de domínio (capítulo III, artigos 48 e 49).

2.2.11 Lei nº 1.932/88 (Plano Diretor – 1988)

Aprovou-se em 16 de agosto de 1988, a Lei nº 1.932/88 que dispõe sobre a instituição do II Plano Estrutural de Teresina que objetiva a preservação dos recursos naturais do sítio urbano, evitando a erosão do solo, melhorando a drenagem dos fundos de vale e protegendo os mananciais hídricos, com vistas na garantia de padrões de qualidade ambiental e a sustentabilidade da paisagem.

Influenciado pelo Código Florestal (1965) o Plano Diretor (1988) determinou a proteção das margens dos rios e lagoas e de áreas de declividade superior a 30%, a proteção de mananciais de abastecimento d'água da cidade, a garantia de preservação de áreas previstas para futuras implantações de parques urbanos e reservas ecológicas, a proteção das margens dos rios e lagoas, permitindo o desenvolvimento das atividades agropecuárias e de recreação.

Neste contexto, o Plano Diretor (1988) se estabeleceu como um dos documentos mais bem elaborados no que diz respeito às questões ambientais e urbanas do Estado do Piauí, apontando as principais diretrizes para a preservação do patrimônio ambiental da cidade de Teresina, entre eles: a determinação de zonas especiais de preservação do patrimônio cultural da cidade, a preservação dos fundos de vales nos processos de ocupação urbana, a criação de áreas de preservação ecológica, representativas da fauna e flora nativas e a proteção das margens de rios e lagoas.

O Plano Diretor (1988), aplicado na região de estudo, mostrou a importância da criação de zonas de preservação ambiental no Município de Teresina trazendo resultados bastante significativos ao longo do tempo. Atualmente, a capital piauiense conta com 10 parques ambientais urbanos que asseguram a conservação dos recursos ambientais e o bem-estar da população humana.

2.2.12 Lei nº 2.475/96 (Política Municipal do Meio Ambiente)

A Lei nº 2.475/96 foi aprovada no dia 4 de julho de 1996, que dispõe sobre a Política Municipal do Meio Ambiente de Teresina, tem como alvo manter ecologicamente equilibrado o meio ambiente e estabelecer uma política de conservação, recuperação e proteção ambiental no Município de Teresina.

Por esta Lei cabe ao Município de Teresina: planejar, desenvolver estudos e ações visando à promoção, proteção, conservação, preservação, restauração, reparação, vigilância e melhoria da qualidade do meio ambiente; definir e controlar o uso e a ocupação dos espaços territoriais; definir áreas prioritárias para a preservação e melhoria da qualidade ambiental. Além de identificar, criar e administrar Unidades de Conservação e outras áreas de interesse para a proteção de mananciais, ecossistemas naturais, flora e fauna, recursos genéticos e outros, estabelecendo diretrizes para a proteção dos recursos hídricos, através de planos de uso e ocupação de áreas de drenagem de bacias e sub-bacias hidrográficas.

De acordo com o artigo 53 da lei, os instrumentos da Política Municipal de Meio Ambiente são:

- a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Até 2006 foi denominada de Superintendência de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDU, sendo que hoje passou a ser chamada de Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Teresina);
- o Conselho Municipal de Meio Ambiente;
- o Fundo Municipal de Meio Ambiente;
- o Estabelecimento de normas, padrões, critérios e parâmetros de qualidade ambiental;
- o zoneamento ambiental;
- o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;
- os Planos de Manejo das Unidades de Conservação;
- a Avaliação de Impactos Ambientais;
- os incentivos de tecnologias voltadas para a qualidade ambiental;
- a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de preservação ambiental e de relevante interesse ecológico;
- a Educação Ambiental e outros.

Com vistas à aplicação dos instrumentos da Política Municipal do Meio Ambiente, fundamenta-se que os recursos naturais são à base do desenvolvimento econômico e social do Município de Teresina-PI, proporcionando uma melhor qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

2.2.13 Leis Municipais do Estado do Piauí

O crescente nível de degradação ambiental constatado pela sociedade civil e pelo poder público estimulou os nossos governantes a repensar o direcionamento de políticas públicas às questões ambientais e hídricas do Piauí, como por exemplo, o reflorestamento das nascentes e das margens dos rios; a criação de unidades de conservação ao nível federal, estadual e municipal nas nascentes e nos sítios arqueológicos; a otimização administrativa das unidades de conservação; a fiscalização e o controle mais eficiente nas áreas de preservação permanente e reservas legais, a implementação de Comitês de Bacias Hidrográficas, a criação de um Fundo Estadual de Recursos Hídricos, a implantação de uma gestão de recursos hídricos compartilhada com o governo do Estado e dos municípios, e a continuidade de políticas voltadas para a construção de barragens, projetos de irrigação e piscicultura.

Conforme essas circunstâncias, as autoridades municipais e o governo do estado resolveram criar leis ambientais voltadas para um arcabouço de normas, cargos e instrumentos sobre o meio ambiente a nível municipal, como também, para a coleta de lixo, a limpeza pública e o uso adequado do solo. Os municípios relacionados são: Teresina (mencionado anteriormente), Oeiras, Floriano, São Raimundo Nonato, Buriti dos Lopes, Parnaíba, Corrente, Altos e Barras.

As legislações municipais do Piauí são:

Oeiras: Lei Orgânica de Oeiras (art 158 a 161) aborda do Capítulo de Meio Ambiente e Decreto nº 5 de 13 de novembro de 2000 cria a Unidade de Conservação Ambiental do Riacho Mocha.

São Raimundo Nonato: Lei nº. 5 de 13 de outubro de 1998 trata da separação do lixo nas escolas e a Lei nº 6 de 13 de outubro de 1998 da limpeza pública e o Decreto nº 13 de 10 de dezembro de 1998 que regulamentou a limpeza pública.

Buriti dos Lopes: Lei nº 305 de 14 de março de 2001 cria o Conselho e o Fundo municipal do meio ambiente e a Lei nº 314 de 11 de abril de 2002 a Área de proteção ambiental de Buriti dos Lopes.

Floriano: Lei nº 141 de 16 de junho de 1997 institui a zona de preservação do rio Itauera e a Lei nº 211 de 5 de junho de 1999 a Política de Meio Ambiente de Floriano.

Parnaíba: Lei Orgânica de Parnaíba (art. 88 a 91) Capítulo de Meio Ambiente e a Lei nº 1447 de 14 de julho de 1994 cria o Conselho de Meio Ambiente de Parnaíba.

Corrente: Lei Orgânica de Corrente (art. 119 a 122) Capítulo de Meio Ambiente.

Altos: Lei Orgânica de Altos (art. 167, § 1º a 4º) Capítulo de Meio Ambiente, Lei nº 58 de 9 de outubro de 2001 cria o Conselho de Meio Ambiente de Altos e Decreto nº 12 de 15 de janeiro de 2002 sobre a Composição do Conselho de Meio Ambiente de Altos.

Barras: Lei nº 475 de 9 de outubro de 2001 institui a Política de Meio Ambiente de Barras.

2.3 Geografia e Conservação

A Geografia é uma ciência que trata sobre o estudo das relações entre o homem e a natureza, e através dessas interrelações ocorrem transformações nos elementos que constituem (relevo, vegetação, recursos hídricos etc) na fisionomia da paisagem e/ou geossistema.

No primeiro momento serão discutidos os elementos que constituem os geossistemas, como também, os estudos sobre a hierarquização de bacias e a identificação de nascentes como contribuição para o reconhecimento ambiental de uma determinada região.

Segundo Christofolletti (1997), a análise de bacias começou com Robert E. Horton em 1945 que estabeleceu a classificação e hierarquização de um curso de água envolvido numa determinada bacia. Esse método tem como facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas.

Para Horton, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também os de ordem inferior (CHRISTOFOLETTI, 1997).

Villela e Mattos (1975, p. 15), o sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica é

constituído pelo rio principal e seus tributários. A hierarquização dos rios reflete o grau de ramificação e bifurcação dentro de uma bacia. Strahler (1952) os cursos d'água são considerados de primeira ordem as correntes formadoras, ou seja, os pequenos canais que não tenham tributários; quando dois canais de primeira ordem se unem é formado um segmento de segunda ordem; a junção à formação de um rio de terceira ordem dá lugar à formação de um rio de terceira ordem e; assim, sucessivamente: dois rios de ordem n dão lugar a um rio de ordem $n+1$.

O método de Strahler é mais utilizado porque apresenta um caráter mais descritivo e está mais relacionado com as leis da composição de drenagem. Envolve, também, alguns conceitos que se tornam necessários em definir tanto para a análise morfométrica quanto para a análise topológica de bacias hidrográficas, assim como: rede fluvial, nascente, confluência, segmento fluvial e ligamentos.

Para Baptista (1971), existem vários elementos que são fundamentais para a identificação de nascentes. Dentre os quais são: direção, curso superior, volume d'água, altitude, cor, temperatura e composição química das águas e do caráter antropogeográfico.

Direção é quando o curso principal encontra à sua frente, um terreno rochoso que não possa demolir, e se desvia, recebendo neste local, um afluente que vem ao encontro desse curso principal obrigando a tomar outra direção.

Curso superior é quando o curso é mais extenso em área e com maior largura.

Volume d'água é um fator que será determinado, de acordo com a vazão da água e a disponibilidade hídrica.

Altitude é um dos fatores fundamentais para identificar com segurança a nascente do curso d'água principal.

Cor, Temperatura e Composição Química das Águas são fatores físico-químicos menos auxiliares e, geralmente, confirmam as determinações já feitas. A cor consegue distinguir o principal rio. A temperatura e a composição química das águas só serão utilizadas caso continue a dúvida em identificar as nascentes.

Caráter Antropogeográfico é um fator que leva em conta a ocupação humana no local em que eles determinaram os nomes principais.

Baptista (1971) categorizou em quatro os tipos de nascentes: 1) Lençóis (superficiais e freáticos); 2) Pluviais (torrenciais e vaclusianas), 3) De neves e 4) Lacustre.

As nascentes do tipo lençóis superficiais incluem-se diretas e aluviais. As nascentes diretas dependem de dois fatores: declividade e espessura do solo mal consolidado. Estes tipos de nascentes não podem conservar água suficiente para manter uma fonte contínua; as fontes de tal origem são intermitentes; secam na estação seca. São as mais numerosas e instáveis, podendo secar todos os anos mesmo em regiões úmidas. Ex: Olhos d'água.

As nascentes aluviais são mais complexas do que as diretas, pois são alimentadas pelas as águas das chuvas e dos rios. Encontram-se bem próximas do solo podendo dar origem a fontes do mesmo tipo de lençóis superficiais, nos locais onde os pendentes aumentam e podem tornar cursos d'água permanentes. Ex: afloramento de lençol superficial em aluviões.

As nascentes do tipo freáticos podem ser livres e cativas. As livres são profundas e formam camadas bastante afastadas da superfície, sendo pouco sensíveis à evaporação. Essas aparecem nos locais de afloramento e nos vales.

As cativas ocorrem quando a camada permeável está situada entre duas impermeáveis. As águas somente são liberadas por efeito de desdobramento ou deslocamento. Estas estão sempre sob pressão permitindo a formação de poços artesianos. As nascentes artesianas originam-se através do vale escavado, chegando até o afloramento da camada permeável, facilitando o escoamento de uma parte das águas acumuladas.

As águas pluviais influenciam direta ou indiretamente na formação de nascentes. As nascentes pluviais torrenciais se formam a partir da incidência das gotículas de chuvas na

superfície, que se acumulam numa determinada quantidade, dependendo da formação geomorfológica.

As nascentes pluviais vaclasianas são formadas pela precipitação de chuva que cai e percola nas fendas das rochas não permeáveis até chegar no substrato rochoso e vindo aparecer, como fontes, em terrenos mais baixos através dos interstícios da formação rochosa.

As nascentes de neves originam-se, através do processo degelo das neves situadas nas montanhas.

As lacustres são tipos de nascentes de rios que aflora num determinado lago.

Segundo Mendonça (2005), em 1960 V.B. Sotchava realizava pesquisas com a finalidade de aplicação em planejamento territoriais. Ele tomou a teoria de sistemas como ponto de apoio e considerou a paisagem um sistema ambiental organizado e interconectado sob forte influência social e econômica. No ano de 1963, Sotchava elaborou pela primeira vez a conceituação teórica do complexo geográfico 'geossistemas', o qual, tornou-se mais tarde um dos instrumentos mais importantes da Geografia, como, também, o Planejamento Ambiental.

Para Tricart (1977, p. 32), o conceito de geossistemas (unidades ecodinâmicas) está

baseado no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente. Portanto, é completamente distinto do ponto de vista estático do inventário. Um inventário pode ser útil para a ordenação e administração do território, mas somente quando se trata de recursos não renováveis, como os minerais. Não é adequado para os recursos ecológicos. Isso significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas que devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação. Esse tipo de avaliação exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia/matéria que o caracterizam. Um inventário não pode fornecê-los, exatamente como um único censo de população não permite definir a dinâmica dessa população. A utilização do instrumento lógico dos sistemas permite identificar rapidamente quais vão ser as modificações indiretas desencadeadas por uma intervenção que afeta tal ou qual outro elemento do ecossistema.

Troppmair (1989), conceitua geossistema como um espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, das suas estruturas, fluxos e relações que, integrados,

formam o sistema do ambiente físico, constitui o potencial biológico e onde há exploração biológica. O estudo sobre geossistema é fornecer conhecimentos sobre o funcionamento da natureza, permitindo desta forma o planejamento para o uso racional do espaço geográfico.

Rodrigues (2001) considera os geossistemas como “fenômenos naturais” que devem ser estudados à luz dos fatores econômicos e sociais influenciando as suas estruturas.

Segundo Bertrand (2004, p. 141), a paisagem não é a simples adição de elementos

geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução. A dialética tipo-indivíduo é próprio fundamento do método de pesquisa.

Para Bertrand (2004, p. 144 - 147) a paisagem está classificada em duas unidades:

superiores e inferiores. E subdivididas em seis níveis temporo-espaciais como: a zona, o domínio, a região, o geossistema, o geofacies e o géotopo. A zona se define pelo seu clima e seus biomas no contexto de zonalidade planetária; o domínio é caracterizado por uma certa combinação de relevos montanhosos e de climas oceânicos e a região é circunscrita como a individualização tectônica de um maciço calcário vigorosamente compartimentado e carstificado. As pesquisas têm se limitado às unidades inferiores por apresentar vantagens como um modelo idêntico e traço característico de cada unidade correspondente. O geo “sistema” acentua o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto; geo “fácies” insiste no aspecto fisionômico e geo “topo” situa essa unidade no último nível de escala espacial.

Bertrand (2004) relaciona os geossistemas a dados ecológicos relativamente estáveis e são resultados da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos. E se definem por um certo tipo de exploração biológica do espaço.

Nesse sentido o estudo do geossistema não visa apenas à paisagem, mas às interações que existem no seu interior.

Atualmente, os estudos sobre as paisagens e geossistemas são utilizados na Geografia e Planejamento Ambiental como um caminho integrador de diversos temas abordados como bacias, nascentes, reservas legais, unidades de conservação, áreas de preservação permanente

e sítios arqueológicos. Isso porque a paisagem e o geossistema permitem aplicar procedimentos analíticos que conduzem à observação, sistematização e análise dos múltiplos elementos.

Para os ecólogos, os geossistemas ou unidades de paisagem são entendidos como cada unidade componente da paisagem no eixo horizontal, um remanescente florestal, por exemplo, é considerado na unidade de paisagem. Já a abordagem geográfica, os geossistemas são espaços onde predominam atributos dos eixos horizontal e vertical de mesma qualidade ou de características comuns. Assim, um remanescente florestal pode ser desdobrado em diferentes unidades se o solo e relevo se diferenciam. Em resumo, a unidade de paisagem ou geossistema é a síntese de fatores que constituem e representa um corpo complexo, função de todos os elementos que compõem o meio (SANTOS, 2004).

Sob o viés geográfico, identificam-se os condicionantes da paisagem e dos geossistemas por meio de um diagnóstico global de cenário passado e presente. Esses condicionantes refletem características próprias a um diagnóstico ambiental, ou seja, a potencialidade, fragilidade, acertos e conflitos. Podem ser apontados, também, como condicionantes aqueles elementos que refletem características peculiares ou que geram restrições específicas à conservação do meio ambiente, como por exemplo: o relevo, a cobertura vegetal e o uso da terra (SANTOS, 2004).

Dessa forma, ressalta-se o grande mérito da Geografia por ter sido a primeira das ciências a tratar o meio ambiente de forma sistematizada, os elementos naturais e sociais num determinado recorte espacial, através da aplicação da teoria geossistêmica.

Uma outra contribuição da Geografia é a representação dos processos, formas, funções e estruturas dos componentes de uma paisagem em unidades territoriais homogêneas denominadas de geossistemas, através da identificação e aprofundamento de estudos sobre as bacias, as nascentes e as unidades de conservação. Esses conceitos estão completamente entrelaçados à noção de conservação do meio ambiente.

O primeiro grande passo para analisar os elementos da paisagem e/ou geossistema é a representação cartográfica da realidade sócio-ambiental a ser estudada. Para tanto, a identificação, a análise e a representação cartográfica da paisagem e/ou geossistemas sobre os elementos da conservação ambiental como as bacias, nascentes e unidades de conservação,

tornam-se verdadeiros instrumentos da Geografia e das Ciências Ambientais que visam compreender as estruturas, processos, formas e funções do meio ambiente, assegurando a qualidade de vida das pessoas.

Portanto, para representar cartograficamente em formato digital as análises sobre os elementos da conservação ambiental como as bacias, nascentes e unidades de conservação, devemos primeiro expôr os conceitos, as funções e as contribuições dos softwares Carta Linx e Arc View.

O Carta Linx, um dos instrumentos da Cartografia Digital, é um construtor de dados espaciais que desenvolve em forma digital mapas que subsidiarão diversos sistemas de informações geográficas (GIS), como outros produtos de software: Idrisi32, Idrisi 16-bit, Arc/Info, ArcView e MapInfo (CLARK, 2002).

O software Carta Linx tem diversas funções: codificar os dados geográficos de folhas existentes dos mapas; digitar as informações geográficas usando todo o Sistema de Posicionamento Global; na tela digita-se os dados da imagem tais como: imagens satélite, fotografias digitais ou fotografias aéreas feitas a varredura; digitar as posições baseadas em especificações coordenadas do rolamento e da distância da geometria; facilitar o levantamento de dados de campo que usa a imagem e os dados do mapa conjuntamente com a relação ao tempo real do GPS. Além de executar conversões cheias de sistema de referência incluindo a projeção do mapa e transformações geodésicas da referência; e exportar dados para outro Sistema de Informações Geográficas (GIS), que traça produtos de software usando uma variedade do formato do vetor dos formatos da linha, tais como a forma de ArcView, do GEN de Arc/Info, do MapInfo MIF e do Idrisi.

O Arc View é um sistema de informações geográficas (SIG's), organiza os dados geográficos gerando mapas, relatórios etc. Atualmente, o Arc View possui as seguintes funções: utilização de várias projeções cartográficas definidas no momento da apresentação dos dados em tela, sem a necessidade de transformações físicas nos dados originais; interface customizável que pode ser adaptada às necessidades dos usuários, disponibilidade de uma linguagem de programação orientada para objetos, geração de mapas de alta qualidade, conexão com bancos de dados de mercado, digitalização de dados vetoriais na tela, geração de análises espaciais com dados vetoriais e raster, processamento de imagens de satélite,

processamento de redes geográficas, processamentos de dados 3ª dimensão e leitura direta de dados CAD, sem necessidade de conversão de formatos (ESRI, 1999).

2.4 Planejamento e Zoneamentos Ambientais no Brasil

2.4.1 Aspectos conceituais

O termo “zoneamento” surgiu no início da década de 1960 nos Estados Unidos, em substituição à palavra planejamento (SOUZA, 2004). O zoneamento é a compartimentação de uma região em porções territoriais dotada de uma avaliação de atributos potenciais e vulneráveis do meio ambiente.

Muitos autores consideram sinônimos os conceitos de planejamento e zoneamento. Santos (2004) discorda dessa idéia e afirma que o zoneamento é uma estratégia metodológica representando uma etapa do planejamento. Há diferenças entre os dois conceitos; o primeiro define espaços, segundo, critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, enquanto, o segundo estabelece diretrizes e metas a serem alcançadas dentro de um cenário temporal para esses espaços desenhados.

O planejamento é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento disponível. A finalidade do planejamento é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades. (SANTOS, 2004).

Franco (2001, p.35) conceitua planejamento como,

a palavra que carrega em seu valor semântico o sentido de empreendimento, projeto, sonho e intenção. Como o empreendimento já revela o ato de intervir ou transformar uma dada situação, numa determinada direção, a fim de que se concretizem algumas intenções. Como toda intenção, o planejamento revela de certa forma o caráter e os valores de quem cria ou o põe em prática e que, de alguma forma, se impõe sobre algo, a fim de atingir certas metas.

A visão positivista e progressista no final do século XX contribuiu para o surgimento de uma nova metodologia de planejamento orientado para as ações antrópicas dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas. A esse planejamento denominou-se de planejamento ambiental.

Para Santos (2004, p. 27), o planejamento ambiental se remete diretamente, aos

conceitos de sustentabilidade e multidisciplinaridade, os quais, por sua vez, exigem uma abordagem holística de análise para posterior aplicação. Espera-se que temas biológicos, físicos e socioeconômicos sejam tratados de forma integrada e possibilitem ações práticas direcionadas à solução dos problemas.

Na concepção de Franco (2001, p.35), o planejamento ambiental

é todo o planejamento que parte do princípio da valoração e conservação das bases naturais de um dado território como base de auto-sustentação da vida e das interações que mantém, ou seja, das relações ecossistêmicas. O objetivo focal é atingir o desenvolvimento sustentável da espécie humana e seus artefatos, ou seja, dos agroecossistemas e dos ecossistemas urbanos, minimizando os gastos das fontes de energia que os sustentam e os riscos e impactos ambientais, sem prejudicar o meio ambiente, ou seja, manter a biodiversidade dos ecossistemas.

Para Almeida (1993), o planejamento ambiental é definido como um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação ou um conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios planejados.

Dessa forma, o planejamento ambiental é um instrumento que visa melhorar o equacionamento do uso da terra e das potencialidades naturais em consonância com a preservação e conservação dos recursos naturais, assegurando a qualidade de vida e a promoção do desenvolvimento sócio-espacial.

No Brasil, criou-se no início da década de 1990, a Comissão Coordenadora de Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional que teve como meta o planejamento, acompanhamento e avaliação dos trabalhos sobre os zoneamentos no Brasil, visando auxiliar a ordenação do território e orientar as ações do poder público, dispondo conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos ambientais (IPEA, 1992).

Ressalta-se que existem diversos tipos de zoneamentos dentre os quais: o ambiental, o geoambiental, o agroecológico, o ecológico-econômico etc. A semelhança desses zoneamentos são as definições de zonas homogêneas determinadas por critérios pré-fixados, e, se distinguem entre os objetivos e metas refletindo-se em metodologias diferentes (SANTOS, 2004).

Com base nessas metodologias de zoneamentos, o zoneamento ambiental está prioritariamente voltado para a recuperação, reabilitação e preservação da qualidade ambiental de uma área específica. Trabalha com indicadores ambientais, destacando as potencialidades, vocações e fragilidades do meio natural. O zoneamento geoambiental baseia-se na teoria de sistemas utilizando uma metodologia integrada para o estudo de regiões de interesse. No zoneamento agroecológico trata da questão da aptidão agrícola e limitações ambientais tanto do meio rural como florestal. Já zoneamento ecológico – econômico fixa zonas de planejamento a partir da avaliação sistêmica dos elementos naturais e sócio-econômicos fundamentando-se nos aspectos institucionais e jurídicos (SANTOS, 2004).

Nesse sentido, o zoneamento recebe essas diversas denominações devido aos diferentes níveis de detalhamento, como por exemplo: Diagnósticos Ambientais que compreende uma escala entre 1: 1.000.000 a 1: 2.500.000, Zoneamentos Ecológico-Econômicos 1: 250.000 a 1:500.000, Zoneamentos Geoambientais e Agroecológicos 1:250.000 a 1:25.000. Essas várias denominações são para diferenciar os objetos de estudos e a metodologia, pois a realização desses trabalhos visa à delimitação de zonas homogêneas dotadas de aspectos naturais, sócio-econômicos e culturais (IPEA, 1992).

O zoneamento é um instrumento de planejamento ambiental que busca a compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a qualidade ambiental com vistas na realização de estudos da paisagem de forma integrada e sistemática entre os elementos ambientais e sócio-econômicos de um determinado território. Nesse sentido, o zoneamento é um instrumento técnico que integra a ciência sobre os sistemas ambientais de uma região demonstrando suas relações espaciais.

O zoneamento geoambiental é um instrumento de planejamento ambiental que trata de compartimentações de sistemas ambientais (classificados em zonas, geossistemas e geofacies), onde estão fundados as inter-relações dos fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos, pedológicos e vegetação. A seguir serão discutidos os trabalhos realizados pelo

IBGE, mas vale ressaltar que apesar das denominações dos zoneamentos serem diferentes, eles tratam a paisagem de forma integrada e sistêmica, onde, compartimentou e hierarquizou as unidades geossistêmicas segundo os seus aspectos geoambientais, sócio-econômicos e culturais.

2.4.2 Zoneamentos Geoambientais no Brasil

Para o Brasil, destacam-se os estudos elaborados pelo IBGE. Esses compreendem:

- Projeto de Proteção do Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas (PMACI I). Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico: Área de influencia da BR-364 trecho Porto Velho/Rio Branco. (1990)
- Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco: Sub Bacias do Oeste Baiano e Sobradinho (1994)
- Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás - região nordeste (1995)
- Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão (1997)
- Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha (1997)
- Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe (1999)

PMACI I (1990) tratou de uma extensa área no sudoeste amazônico (252.136 Km²), ameaçada de transformações decorrentes do avanço da “fronteira” expansionista sobre a floresta, acompanhando a BR-364 na direção oeste de Porto Velho (RO) para o Estado do Acre intitulado “Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico: área de influencia da BR-364 – Trecho Porto Velho/Rio Branco”, e vinculado ao Projeto PMACI. O trabalho resultou no diagnóstico, a partir da análise do potencial e das restrições ambientais e dos processos e fatores socioeconômicos da organização do espaço, que correspondia à Zona de Vida da Floresta Tropical Úmida.

As análises geológica, climática, pedológica, geomorfológica, fitoecológica e a evolução dos padrões de uso da terra se apoiaram no patamar de conhecimento, fornecido pelos trabalhos do PROJETO RADAM BRASIL. Na região de estudo houve uma setorização em arranjos espaciais, identificados pela congruência de semelhança dos seus componentes físicos e bióticos, considerados como geossistemas. Esses geossistemas foram avaliados em função de suas potencialidades e limitações hídricas, morfodinâmicas e edáficas, tendo em

vista classificar seus graus de vulnerabilidade. Portanto, o estudo realizou um zoneamento que retratou nas diversas paisagens, a compartimentação dos geossistemas para identificar as potencialidades e problemas ambientais.

A metodologia do trabalho foi atribuída ao levantamento dos componentes físicos e bióticos e dos processos e fatores socioeconômicos da área em questão capazes de introduzir os problemas, conflitos e impactos em cada uma dessas unidades. O confronto entre as pressões antrópicas e os graus de vulnerabilidades potenciais mostram a situação da área.

As atividades instaladas no sudoeste amazônico criaram relações específicas com o ambiente, em diferentes graus de interações. A intensidade dessas interações processa modificações nos sistemas ambientais que podem ser imperceptíveis e desastrosas. O extrativismo vegetal é uma atividade que imputou poucas alterações, enquanto, a agropecuária, a exploração de madeira e mineral implicaram modificações parcial ou total do ecossistema. Constatou-se que algumas áreas ao longo dos eixos rodoviários, BR-364 e BR-317, AC-040 e AC-400, sofreram influências dos projetos de colonização, avanço da pecuária e das madeireiras, resultando na diminuição das espécies florestais como a seringueira, a castanheira, o mogno e a cerejeira.

O Projeto Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco: Sub-Bacias do Oeste Baiano Sobradinho elaborado por Costa & Nou (1994), identificou a situação ambiental dos trechos relacionados da bacia. A fundamentação adotada para execução dos estudos conduziu ao diagnóstico: a compartimentação e hierarquização dos subsistemas naturais, o comportamento ambiental entre a sociedade e natureza, e a caracterização da qualidade dos sistemas ambientais (geossistemas) segundo os aspectos ambientais e sócio-econômicos.

Os resultados foram obtidos através de uma análise integrativa dos condicionantes e dos componentes dos subsistemas naturais e socioeconômicos, segundo enfoque holístico e sistêmico. Foram expressos em mapas constituídos de três folhas na escala 1:500.000, consubstanciando o Zoneamento Ambiental que espacializou os sistemas ambientais (geossistemas), unidades estruturadas e dinâmicas. A qualidade dos sistemas ambientais (geossistemas) foi englobada em estabilizado, derivado, desestabilizado e degradado.

A maioria dos sistemas ambientais foram extensiva e inadequadamente modificada, gerando uma situação ambiental da bacia do médio São Francisco como de qualidade derivada. Essa situação tem como causas a ocupação desordenada das terras e a expansão de atividades econômicas com aplicação de práticas incompatíveis com o potencial ecológico. Somam-se essas causas às ações desarticuladas de alguns setores públicos administrativos que se tornam competitivos no uso de um mesmo bem natural, destacando-se, principalmente os problemas das águas.

Moreira (1995), objetivando fornecer subsídios ao governo estadual de Goiás para a elaboração de uma política de ocupação territorial de modo racional dos recursos e dentro dos limites impostos por suas potencialidades e pelo equilíbrio ambiental. Nesse sentido, a realização do Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da região nordeste, do Estado de Goiás, objetivou espacializar unidades ambientais para análise, avaliação e recomendação de uso, mostrando a situação real da região em estudo, a partir da integração e a reavaliação dos dados temáticos sobre os mapas de zoneamento geoambiental, zoneamento agroecológico e avaliação da qualidade ambiental.

Os procedimentos metodológicos incluem uma série de etapas. Iniciando a compilação de dados sobre os mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos e vegetação incluindo, também, os mapas de aptidão agrícola elaborado a partir dos mapas de solos adotado por SNLCS/EMBRAPA (1983). Identificou-se 9 (nove) regiões geoambientais, subdivididos em 27 (vinte sete) geossistemas. O zoneamento agroecológico englobou as seguintes categorias de uso da terra para áreas: áreas para atividades agrícolas, áreas reservadas para atividades de conservação e preservação. Para as unidades de mapeamento foram indicadas 3 (três) áreas para recomendações de usos, em virtude das unidades de solos/aptidão agrícola.

A recomendação da primeira área está sempre relacionada ao solo dominante para atividades agrícolas, que ocupa maior extensão (> 50%) na unidade, sendo a segunda e terceira recomendação está relacionada aos solos subdominantes das áreas reservadas para atividades de conservação e preservação que ocupam menores extensões (20 a 30%) da unidade. Dentre essas três áreas ocorrem sub-unidades: a cultura anual constatou 6 (seis) unidades de mapeamento; a cultura perene verificou 8 (oito) unidades; a pastagem plantada presenciou 10 (dez) unidades; 9 (nove) unidades foram para pastagem natural e 9 (nove) unidades de mapeamento para preservação.

A situação da qualidade ambiental da área retratou em mapa numa escala de 1: 500.000. O cruzamento dos atributos naturais com os usos ocorrentes propiciou um diagnóstico ambiental de acordo com a classificação das áreas em estável, alerta e crítico. Essas áreas estão sujeitas às atividades agrícolas, extração de lenha e atividades de mineração e garimpo, constatando alguns impactos ambientais negativos: erosão superficial e em subsuperfície, com voçorocamento e desbarrancamento comprometendo a qualidade da água pelo uso de mercúrio e agrotóxicos e a descaracterização da fitoecologia da região.

A pesquisa realizada por Gonçalves (1997), demonstrou que para efetuar um Diagnóstico de Qualidade Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha a metodologia deve, primeiramente, levantar as características físicas particulares de clima e relevo associadas às condições socioeconômicas. Resultou-se em dois mapas: geoambiental e qualidade ambiental. O mapa geoambiental identificou 19 geossistemas e 115 geofácies. O mapa de qualidade ambiental é o produto de três mapas sínteses (vulnerabilidade, sustentabilidade e tipos de uso atual) apoiados no cartograma de potencialidade agrícola.

Os parâmetros da vulnerabilidade ambiental e de sustentabilidade foram reavaliados em função da pressão exercida pelo uso praticado. Os geofácies foram agrupados em quatro classes de qualidade ambiental: boa, média, ruim e crítica. Esses geofácies são espaços geográficos dotados de vulnerabilidade ambiental (muito fraca a extremamente forte) sujeitos as pressões antrópicas (extrativismo vegetal e mineral, pecuária semi-intensiva e extensiva). Os impactos negativos resultaram em: assoreamento de drenagem, intensificação dos processos de escoamentos concentrados, remoção da camada superficial do solo e compactação dos solos.

Montes (1997) apresenta apenas a identificação dos sistemas naturais/geossistemas do Estado do Maranhão não definindo a situação ambiental. A metodologia da pesquisa permitiu apenas o levantamento de dados sobre os aspectos socioeconômicos e hídricos não havendo uma inter-relação com os componentes geoambientais (domínios/geossistemas/geofácies). As unidades geoambientais da região envolvida foram compartimentadas e hierarquizadas em domínios, geossistemas e geofácies conforme os atributos geológicos, climáticos, geomorfológicos, pedológicos, fitoecológicos etc. Os resultados demonstraram a existência de 3 Domínios (Faixas de Dobramentos Pré-Cambrianos, Bacia Sedimentar do Rio Parnaíba e Coberturas Plio-Pleistocênicas e Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários) compartimentados em morfoestruturas e

litoestruturais, 5 regiões fitoecológicas definidas pelos condicionantes bioclimáticos, geológicos e geomorfológicos, 28 geossistemas e 128 geofacies representadas pelas particularidades do relevo e solos refletindo as potencialidades naturais.

Gatto (1999) apresenta um Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe tendo como objetivo focal a setorização da Bacia envolvida nos seus aspectos geoambientais, a identificação de problemas ambientais e áreas prioritárias para o detalhamento de estudos visando o uso racional das terras, águas, recursos vegetais e minerais. A metodologia se deteu no levantamento e na interpretação temáticas dos componentes abióticos e bióticos, na caracterização da área e da dinâmica dos sistemas naturais compostos por unidades elementares. As unidades elementares foram avaliadas em graus de vulnerabilidade: muito fraco, fraco, moderado, forte e muito forte. O estudo resultou num mapa geoambiental e relatório, retratando 15 unidades geoambientais relacionadas aos condicionantes geológicos, geomorfológicos, climáticos, edáficos e apresentou a predominância da atividade econômica da Bacia do Jaguaribe: a agricultura e a pecuária extensiva.

Além dos zoneamentos do IBGE, destacaram-se os estudos de Oliveira (1987, 1989) referentes ao Estado do Ceará.

O trabalho realizado por Oliveira (1987), sobre Zoneamento Geoambiental da Região de Canindé, apresentou as potencialidades naturais através da hierarquização das zonas geoambientais constituídas de aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidroclimáticos e fitoecológicos. Utilizou-se imagens de satélites Landsat (composição colorida dos canais 4, 5 e 7 do MSS, escala de 1:500.000) e levantou os trabalhos de Figueiredo (1984) e Jacomine (1973) para a compreensão da realidade em questão.

Os resultados da região de Canindé conduziram a 10 (dez) unidades geoambientais agrupadas em 7 (sete) geotipos hierarquizados em ordem decrescente: província, seção, subseção, associação de geotipos, geotipos e fases de geotipos, apresentando uma integração dos Complexos Nordeste e Itatira englobados na superfície sertaneja rebaixada em níveis altimétricos a 250 metros.

O estudo elaborado por Oliveira (1989) sobre Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará: Estudo de Áreas do Sertão Central objetivou selecionar as unidades de produção do Projeto do PDCT/Nordeste-Ceará mais representativas do semi-árido, detalhando as zonas

geoambientais constituídas de aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidroclimáticos e fitoecológicos. A metodologia compreendeu na interpretação das imagens de satélites Landsat (composição colorida dos canais 4, 5 e 7 do MSS, escala de 1:500.000) e no levantamento dos trabalhos de Figueiredo (1984) e Jacomine (1973) para a compreensão da realidade em questão.

Os resultados da região conduziram em 26 (vinte seis) unidades geoambientais e 19 (dezenove) geotipos hierarquizados em ordem decrescente: província, seção, subseção, associação de geotipos, geotipos e fases de geotipos, apresentando uma integração dos Complexos Nordeste e Itaira englobados na superfície sertaneja rebaixada a 250 metros, como também apontando as suas potencialidades e vulnerabilidades ambientais.

Discutidos os trabalhos anteriores sobre os zoneamentos geoambientais no Brasil e no Piauí, pode-se constatar o confronto das idéias de Montes (1997), Oliveira (1989), Oliveira (1987) por retratarem apenas o levantamento e análise dos componentes geoambientais (geossistemas/geofacies/geotipos), enquanto os outros tratam tanto dos componentes geoambientais como das atividades econômicas refletindo a situação atual do ambiente estudado.

2.4.3 Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba

A Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba compreende os estados do Piauí, Maranhão, Ceará e Zona Litigiosa (Piauí-Ceará) totalizando 342.988 Km². No Piauí corresponde uma área de 249.274Km² (72,7%); no Maranhão com 64.858 Km² (18,9%); no Ceará 26.242Km² (7,6%), Zona Litigiosa com 2.614 Km² (0,8%) (ARAÚJO, 2006). O macrozoneamento geoambiental realizado por Rivas (1996) teve como objetivo conhecer as potencialidades e as limitações dos recursos naturais, os processos e fatores de organização do espaço; identificar problemas geoambientais; classificar e hierarquizar unidades geossistêmicas. Identificadas de acordo com suas disponibilidades de recursos apontando problemas, conflitos socioeconômicos e ambientais; e indicar áreas prioritárias para detalhamento de estudos, visando ao uso racional das terras, das águas e dos recursos vegetais e minerais.

A metodologia adotada por Rivas (1996) compreendeu uma compilação e tratamento de dados sobre a geologia, geomorfologia, climatologia, pedologia, fitoecologia, que a partir

desse levantamento, hierarquizou e caracterizou as compartimentações naturais da bacia do Parnaíba, segundo a ordem: regiões, geossistema e geofacies. Em seguida, apontou a vulnerabilidade ambiental de acordo com a análise da ecodinâmica, elaborada por Tricart (1977) e das atividades econômicas (agricultura, pecuária e extrativismo), que definiu a situação ambiental da área de estudo.

As compartimentações naturais identificou 6 regiões fitoecológicas, 19 geossistemas e 100 geofáceis na Bacia do Parnaíba. As regiões são: Savana, Estepe, Floresta Ombrófila, Floresta Estacional, Formações Pioneiras e Áreas de Tensão Ecológica. (Veja na figura 01).

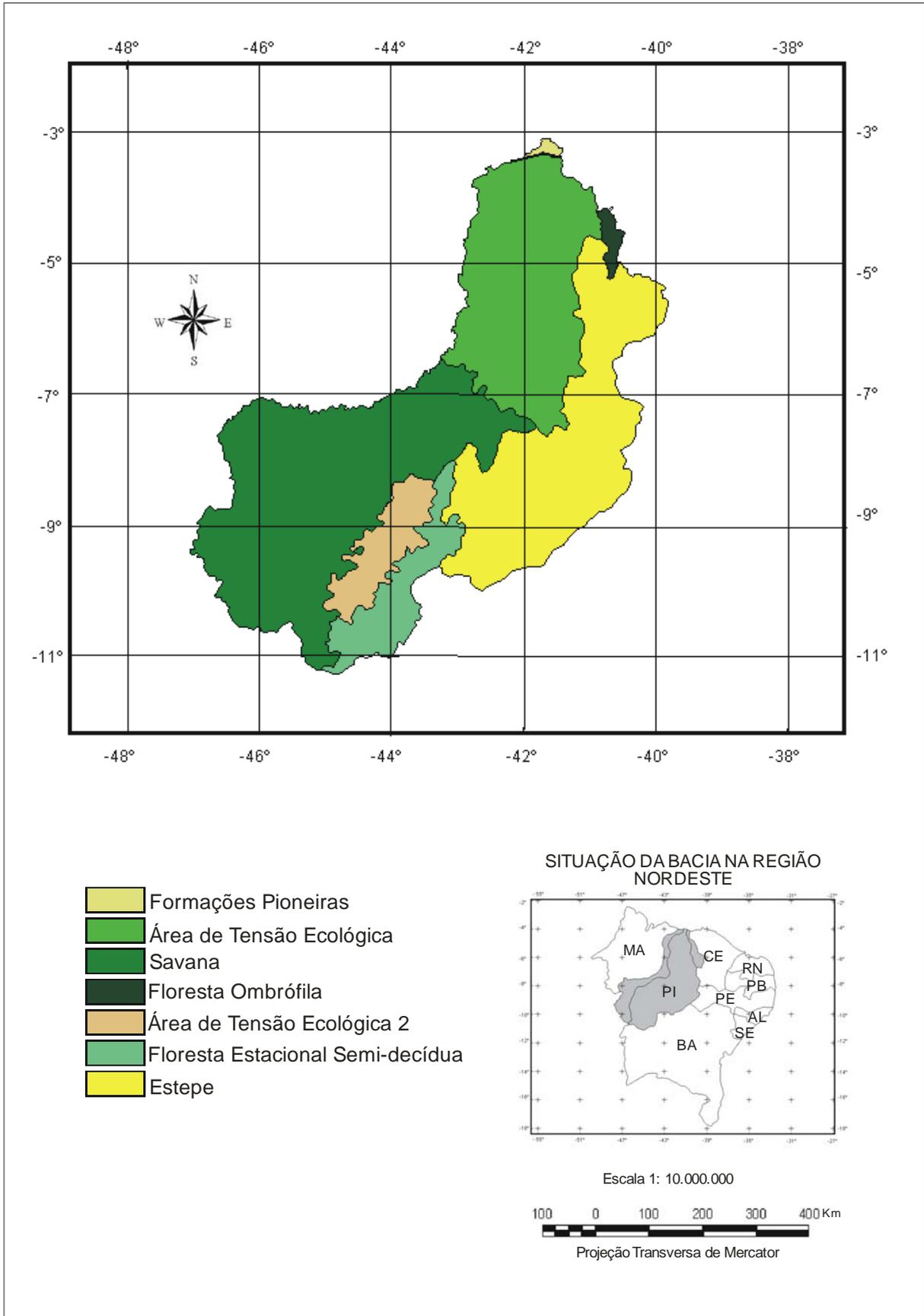


Figura 1 - Domínios Fitoecológicos da Bacia do Parnaíba
 Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996)

A Savana abrange o alto curso do rio Parnaíba, situada no sudoeste da Bacia Hidrográfica, sob influência do clima subúmido. Devido à Convenção Internacional o domínio savana está relacionado a condições edafoclimáticas. No Brasil é conhecido como cerrado, onde, totalizou 5 geossistemas e 23 geofácies, apresentando variações que refletem nas fisionomias Arbórea Aberta e Arbórea Densa. Esta região compreende os seguintes geossistemas: Chapadas do Alto do Parnaíba, Vãos do Alto do Parnaíba, Cabeceiras do Parnaíba, Tabuleiros de Balsas e Chapada das Mangabeiras. Apresentam escarpas intensamente dissecadas, topografia com fraca declividade, declividade acentuada e relevos planos. Existem ocorrências de solos litólicos, aluviais eutróficos, gleizados, cambissolos eutróficos, terras roxas estruturadas.

O domínio fitoecológico Estepe, conhecido popularmente como Caatinga no Brasil, encontra-se na porção sudeste e leste da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, caracterizado pela irregular e concentrada distribuição pluviométrica. Esta estepe aparece em formações características e bem definidas de Estepe Arbórea Densa, Estepe Arbórea Aberta e Estepe Parque. A região abrange 5 geossistemas e 31 geofácies, tais como: Cuesta da Serra Grande, Tabuleiros do Canindé, Depressão de Crateús, Depressão de São Raimundo Nonato e Chapada de Araripe. Nesse domínio predomina os relevos de topos planos, tabuleiros, vales, vertentes modeladas e planaltos irregulares. Apresentam solos litólicos álicos, areias quartzosas álicas, latossolos amarelos álicos, podzólicos vermelho-amarelos eutróficos, podzólicos vermelho-amarelos e latossolos amarelos álicos.

A Floresta Estacional Decidual, localiza-se na porção sul da Bacia e englobam 3 geossistemas e 11 geofácies dentre os quais são: Cuesta Bom Jesus do Gurguéia, Cabeceiras do Gurguéia e Chapada da Tabatinga. Predominam os seguintes tipos de solos: latossolos amarelos álicos e distróficos associados a areias quartzosas, podzólicos vermelho-amarelos eutróficos, podzólicos vermelho-amarelos distróficos concrecionários e plínticos, areias quartzosas e latossolos amarelos álicos.

As Formações Pioneiras se estendem em toda a extensão do Delta do Parnaíba, apresentando os campos de dunas, planícies fluviais e depressões inundáveis. Neste domínio apresenta 2 geossistemas e 5 geofácies. Os geossistemas encontrados são: Superfície Litorânea e Delta do Parnaíba. A fisionomia da formação aumenta de porte e se adensa desde um nível herbáceo ao porte arbustivo e o hábito de crescimento de plantas como: murici, ameixa de praia, guabiraba (*Campomanesia* sp) e araçá (*Psidium* sp. (ef.myhsinities)).

As Áreas de Tensão Ecológica compõem o maior domínio fitoecológico da Bacia do Parnaíba, estendendo-se desde as proximidades de Luís Correia até o Vale do Gurguéia. Esta região compreende 3 geossistemas e 24 geofácies. Essas unidades geossistêmicas são: Vale do Gurguéia, Baixadas de Campo Maior e Tabuleiros do Parnaíba.

Com base na descrição das unidades geossistêmicas de cada região fitoecológica, pode-se constatar a realidade dos estudos geoambientais da Bacia do Parnaíba na figura 2.

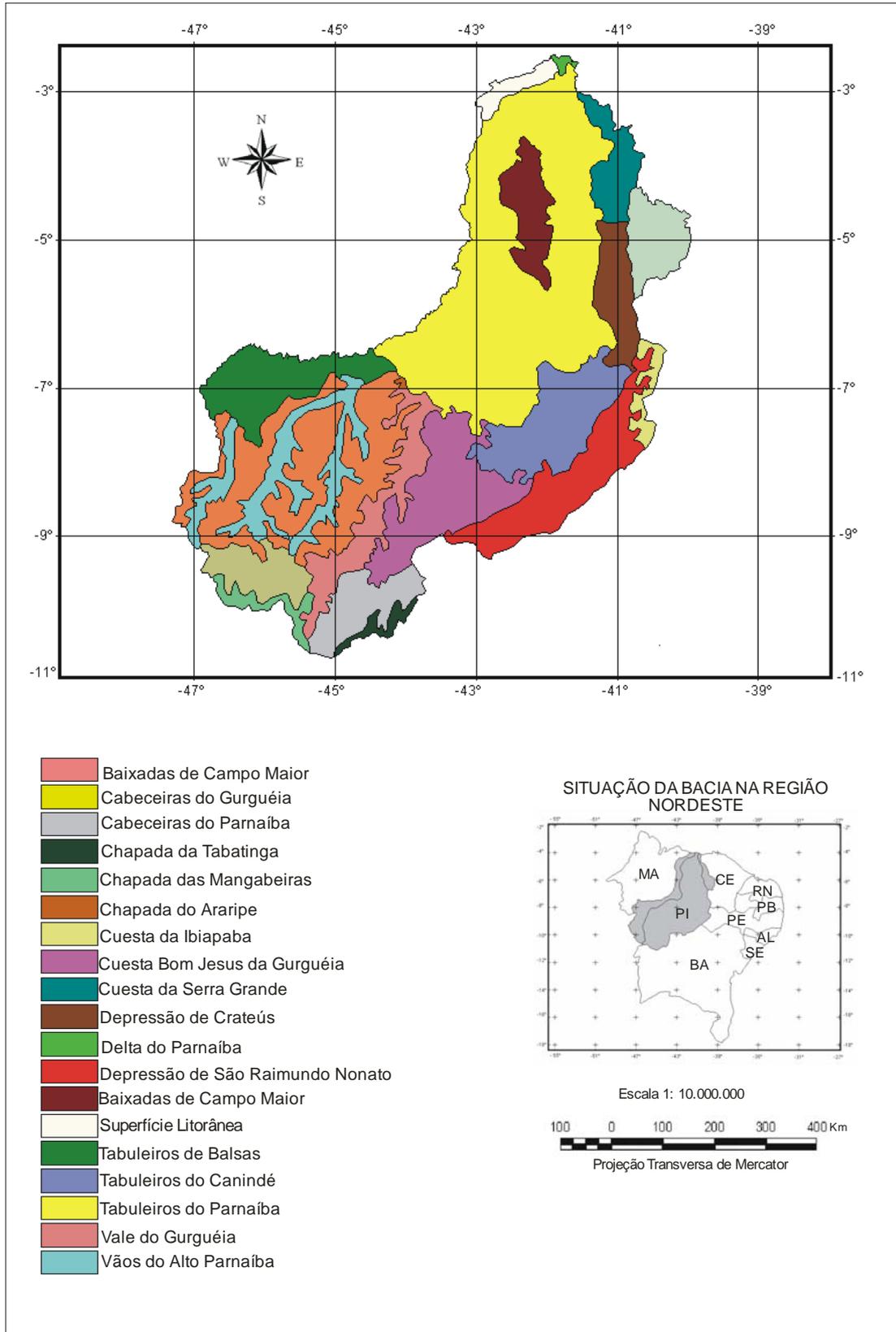


Figura 2 – Geossistemas da Bacia do Parnaíba
 Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996)

Em seguida, Rivas (1996) avaliou as potencialidades e limitações ambientais dessas unidades geossistêmicas de acordo com o grau de vulnerabilidade, segundo a classificação de Tricart (1977), onde se categorizou os ambientes em: estáveis, transição e instáveis. Estabeleceu uma análise do balanço pedogênese/morfogênese a partir da vulnerabilidade ambiental muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extremamente forte.

Os ambientes de grau de vulnerabilidade muito fraca oferecem grande resistência à ação dos processos de degradação. Abrangem relevos planos, incluindo os topos das chapadas e tabuleiros, com solos muito profundos, de textura argilosa e média, com fraca suscetibilidade à erosão. A infiltração das águas e o escoamento superficial difuso comandam os processos morfogenéticos. Esses ambientes predominam nos Cerrados com características do tipo herbáceo e encontram-se nos topos da Chapada do Alto Parnaíba, Chapada das Mangabeiras e na Cuesta Bom Jesus da Gurguéia.

A vulnerabilidade fraca corresponde à predominância do processo da pedogênese sobre a morfogênese. Os solos são profundos com uma proteção da cobertura vegetal, sob regime de chuvas fracas a moderadamente concentradas. Existe uma dominância de escoamento difuso e infiltração das águas. Estas áreas estão presentes nos geossistemas Vãos do Alto do Parnaíba, Vale do Gurguéia, e nos topos planos dos Tabuleiros do Parnaíba, Cuesta da Ibiapaba e Cuesta da Serra Grande.

A vulnerabilidade moderada sucede nos ambientes de meios de transição ou com tendência às instabilidades. Esses ambientes se encontram na vegetação de Estepe, destacando-se os seguintes geossistemas: Depressão de Crateús, Depressão de São Raimundo Nonato, Tabuleiros do Canindé e parte da Serra Grande.

A vulnerabilidade ambiental forte caracteriza ambientes onde há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, ou seja, os processos de degradação são mais intensos. Trata-se de áreas com relevos rampeados e colinosos com solos mal drenados e concrecionários. Os processos morfogenéticos predominantes são os escoamentos difuso e concentrado, desbarrancamentos e assoreamentos nos cursos d'água, com ocorrência de inundações. Localiza-se nas rampas do rio Parnaíba, os vales rampeados do rio Poti e nos setores das Cuestas da Ibiapaba e Serra Grande.

Os ambientes de vulnerabilidade ambiental muito forte compreendem áreas de vertentes escarpadas de chapadas e serras, constituído de ravinas e voçorocas, onde a declividade é o fator essencial para a intensidade dos processos morfo genéticos. Eles, também, se integram às áreas de planícies fluviomarinhas situadas no delta do rio Parnaíba.

As áreas com o grau de vulnerabilidade extremamente forte se caracterizam por apresentar relevos dissecados por escoamento superficial difuso e concentrados. Os solos são pouco desenvolvidos, geralmente destituídos dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos a processos de desertificação. Estes ambientes com vulnerabilidade extremamente forte localizam-se nos Municípios de Gilbués, Corrente, Sambaíba, Benedito Leite e São José do Peixe.

Os graus de vulnerabilidades foram confrontados com as informações sobre as pressões antrópicas (atividades agrícolas, pastoris e extrativistas), possibilitando um prognóstico dos riscos ambientais e a da situação atual da bacia envolvida.

As pressões antrópicas exercidas nos geossistemas da Bacia do Parnaíba estabelecem mudanças nas condições naturais do ambiente. Essas pressões derivam das atividades agrícolas, pecuaristas e extrativistas, sem considerar os efeitos da urbanização e da mineração devido ao seu caráter pontual.

A agricultura de subsistência desenvolve-se ao longo dos vales dos rios Gurguéia, Piauí e Baixo Parnaíba. Essas atividades são baseadas no cultivo de arroz de inundação, mandioca, milho, feijão e fruticultura, com mão-de-obra familiar e pouca orientação técnica. As culturas olerícolas, frutíferas e cana-de-açúcar se desenvolvem mais na região da Serra da Ibiapaba. O arroz e a soja são culturas que proporcionam maiores mudanças no ambiente. Esses impactos são provocados por manejos intensivos nas coberturas vegetais contribuindo para a perda da biodiversidade.

A agricultura comercial provoca grandes impactos no meio ambiente como desmatamento e queimada da vegetação, e nas alterações do escoamento superficial, biodiversidade, aquíferos e regime fluvial. Essa atividade predomina nas culturas do arroz, fruticultura e cana-de-açúcar.

O extrativismo vegetal foi a principal fonte produtiva da região. Os recursos vegetais que adquirem maior representatividade para sua exploração são: carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) Moore), babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) e o buriti (*Mauritia martiana* (Mart.) Bureau). Nessas atividades a alteração provocada é pouco significativa na vegetação, porque apenas consistem no aproveitamento dos frutos do babaçu e buriti e das folhas da carnaúba.

O extrativismo de madeira abrange a exploração de espécies vegetais nobres, para fins industriais e rurais. Nesta atividade, não há um manejo sustentável que interfere no ecossistema através da diminuição da população das espécies vegetais, tendo como consequência a diminuição do potencial madeireiro, da população das espécies animais e o aumento do escoamento superficial, que acelera os processos de degradação (Gatto, 1999).

A pecuária extensiva se destaca na Bacia do Parnaíba com os seguintes sistemas: bovinos, caprinos e ovinos. A atividade provoca sérios problemas ambientais entre eles a diminuição da vegetação natural pelas queimadas, a compactação do solo pelo pisoteio do gado e outros.

Com base nas informações sobre a vulnerabilidade ambiental e a pressão antrópica na Bacia do Parnaíba definiu-se a situação do ambiente em: estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica.

O termo ‘situação ambiental’ adotado por Rivas (1996) é uma categoria para identificar a qualidade do meio ambiente e áreas prioritárias para detalhamento de estudos futuro sobre a conservação ambiental nas unidades geoambientais da Bacia do Parnaíba.

Rivas (1996) definiu as seguintes categorias, segundo a situação ambiental: em estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica exibindo potencialidades e problemas naturais. No primeiro momento da pesquisa apontou-se como potencialidades naturais a resistência dos ambientes que oferecem à erosão e os potenciais hídrico, edáfico, mineral e geomorfológica. Já os problemas ambientais foram identificados: o raleamento da cobertura vegetal, a erosão laminar, as voçorocas, a compactação dos solos, o assoreamento dos solos, a redução da biodiversidade e a desertificação que resultou na situação real da Bacia do Parnaíba.

Os ambientes de situação estabilizada sucedem uma pequena parte da Bacia do Parnaíba. Caracterizam-se por apresentar uma vulnerabilidade natural fraca a moderada sujeita ao extrativismo.

Enquanto que os ambientes satisfatórios correspondem a 70% da bacia do Parnaíba apresentam áreas com vulnerabilidade natural muito fraca a moderada, e estão vinculados a atividades como extrativismo de madeira e pecuária extensiva. As atividades exercidas nessas áreas são moderadas, proporcionando ao ambiente a capacidade de se regenerar.

Já os ambientes de situação tolerável ocorrem nas unidades de vulnerabilidade natural muito fraca a muito forte, propiciam atividades menos impactantes, como o extrativismo de carnaúba, babaçu e madeira, a muito impactante, como a agricultura comercial.

A situação ambiental considerada como ruim engloba as áreas com vulnerabilidade muito fraca a forte. Agropecuária de subsistência e agricultura comercial de arroz e soja provoca assoreamento dos canais de drenagem, compactação e contaminação dos solos, perda da biodiversidade e outros.

As áreas graves compreendem ambientes de vulnerabilidade forte a extremamente forte, onde modificações edáficas ocorridas na fisionomia, densidade e diversidade vegetal são produzidas por atividades agropecuárias de subsistência.

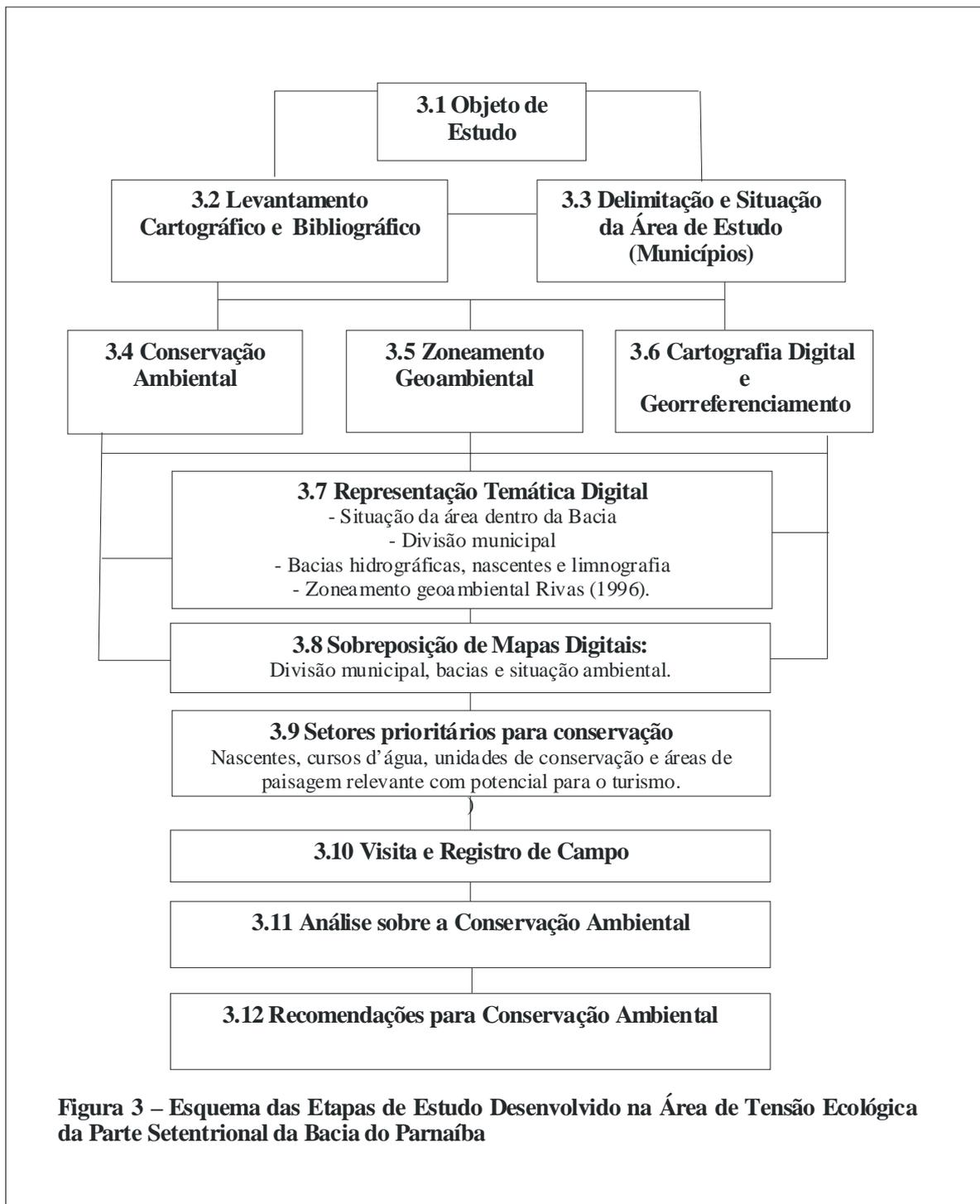
Os ambientes de situação crítica correspondem às áreas de vulnerabilidade natural muito forte a extremamente forte, sujeitos atividades como a pecuária extensiva e agricultura comercial de arroz resulta no raleamento da vegetação, compactação dos solos, redução da biodiversidade, desertificação e assoreamento dos cursos d'água.

Nesse sentido, o Macrozoneamento Geoambiental da Bacia do rio Parnaíba se constitui como um instrumento técnico e político fundamental para levantar a discussão sobre a utilização dos recursos ambientais e subsidiar outras temáticas de pesquisas correlacionado ao geoprocessamento, com vistas à utilização sustentável dos recursos naturais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, tendo em vista a elaboração de elementos para a conservação ambiental na área, compreenderá as seguintes etapas:

- definição do objeto de estudo;
- levantamento bibliográfico e cartográfico;
- delimitação da área de estudo;
- levantamento de referências para a conservação ambiental no Brasil;
- estudo de zoneamento geoambiental elaborado pelo IBGE para a bacia hidrográfica do Parnaíba;
- descrição da contribuição da cartografia digital (Carta Linx 4.2 e Arc View 3.2a) e o georreferenciamento das informações sobre a conservação ambiental e caracterização geoambiental;
- representação temática digital (situação da área dentro da bacia, divisão municipal, bacias hidrográficas, nascentes e limnografia);
- sobreposição de mapas digitais: divisão municipal, bacias e situação ambiental;
- identificação de setores prioritários para conservação (nascentes, cursos d'água, unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo);
- visita e registro de campo;
- análise sobre a conservação ambiental; e
- recomendações para a conservação ambiental na área de estudo.



3.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo foi definido a partir da constatação de Rivas (1996) sobre os problemas ambientais que vem afetando o equilíbrio ecossistêmico da área de tensão ecológica tais como: diminuição da população das espécies vegetais, erosão laminar,

diminuição do potencial madeireiro, raleamento da cobertura vegetal, diminuição do potencial agrícola, assoreamento dos canais de drenagem, remoção da mata ciliar, ocorrências de sulcos, ravinas e voçorocas e compactação de solos.

Um outro motivo que levou a essa escolha foi à inclusão aos Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados ao Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), considerando a área de tensão ecológica como região de estudo.

Esse programa tem como finalidade promover a organização e consolidação do conhecimento sobre a composição e funcionamento dos ecossistemas brasileiros, gerando informações e instrumentos para a avaliação da biodiversidade brasileira e criar metodologias que forneçam diretrizes imediatas para programas de conservação e de definição de políticas públicas.

Nesse sentido, faz-se necessário ampliar as discussões teórico-metodológicas sobre a conservação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, haja vista que ainda não existe nenhum trabalho sobre a criação de um banco de dados sobre a referida região.

3.2 Levantamento Cartográfico e Bibliográfico

Foram levantadas informações sobre a conservação ambiental, zoneamento geoambiental e cartografia digital, considerando contribuições, Marcondes (2005), Urban (1998), Rivas (1996), Clark (2002), ESRI (1999) e Soares Filho (2000), bem como a legislação ambiental brasileira.

O material cartográfico utilizado foram às informações contidas nos mapas de situação da área dentro da bacia adotada por Rivas (1996), mapa de divisão municipal (IBGE, 2002), mapa de zoneamento de geossistemas (Rivas, 1996), Mapa hidrográfico e principais obras hídricas do estado do Piauí (2003) cedido pela SEMAR em convênio com DNOCS/ANA/MMA segundo os lagos, as lagoas, as redes de drenagem e as sub-bacias.

O levantamento do número de unidades de conservação foi feito junto ao IBAMA/PI, SEMAR e Prefeitura Municipal de Teresina (PMT).

A partir da revisão de literatura disponível sobre conservação ambiental, zoneamento geoambiental, cartografia digital, estudos sobre bacias hidrográficas, nascentes, limnografia e unidades de conservação foram apontados setores prioritários para conservação.

3.3 Delimitação e Situação da Área de Estudo

A Área de Tensão Ecológica foi definida a partir do zoneamento elaborado por Rivas (1996). Essa região incluiu, também a área de estudo do Sítio 10 do PELD.

3.4 Conservação Ambiental

Foi realizada uma revisão sobre o contexto histórico das instituições, códigos e leis como contribuição para a conservação ambiental no Brasil e a importância da Geografia para conservação do meio ambiente.

3.5 Zoneamento Geoambiental

Nesta parte do estudo foi realizada uma discussão conceitual de planejamento e zoneamentos ambientais no Brasil. Em seguida, foram expostos os Zoneamentos Geoambientais no Brasil detalhando as regiões fitoecológicas, geossistemas e geofácies como, também, apontando a qualidade ambiental das áreas envolvidas.

A caracterização das bases físicas da área de estudo foi realizada de acordo com o levantamento das informações de Rivas (1996), contribuição necessária para o reconhecimento da realidade em questão.

3.6 Cartografia Digital e Georreferenciamento

O conceito de Cartografia Digital pode ser entendido como um conjunto de ferramentas que orienta a conversão de mapas manuscritos para o meio digital, armazenando e visualizando os dados espaciais (SOARES FILHO, 2000).

A utilização da Cartografia Digital para área de tensão ecológica envolvida torna-se legítimo instrumento para ilustração de informações georreferenciadas em mapas digitais, culminando na conservação ambiental da área estudada. Através do levantamento sobre

zoneamento geoambiental e bacias hidrográficas foram georreferenciados as informações sobre divisão municipal, sub-bacias, geossistemas, geofacies, dinâmica ambiental, uso da terra e situação ambiental que culminou em mapas digitais da área de estudo.

3.7 Representação Temática Digital

Para representar digitalmente a situação da área dentro da Bacia, divisão municipal, zoneamento geoambiental, bacias hidrográficas e nascentes é necessário que se levante o material cartográfico e bibliográfico e definam as etapas da execução da pesquisa sobre o geoprocessamento da região em estudo.

3.7.1 Situação da Área dentro da Bacia

Foi utilizado o mapa sobre nordeste, bacia do Parnaíba e as regiões fitoecológicas adotada por Rivas (1996) para mostrar a situação da área de tensão ecológica.

3.7.2 Divisão Municipal

Utilizou o mapa de divisão municipal dos Estados do Piauí e Maranhão (IBGE – 2002) para compreender os municípios envolvidos da região em questão.

3.7.3 Sub-bacias Hidrográficas, Nascentes e Limnografia

Para identificar e caracterizar as bacias hidrográficas, nascentes e limnografia na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba:

- a) Foram levantadas as bibliografias de Baptista (1971, 1981 e 1989), Lima (1982), Rivas (1996) e utilizados os dados dos Mapas Hidrográficos e principais obras hídricas do estado do Piauí elaborada pela SEMAR em convênio com DNOCS/ANA/MMA (2003) segundo a classificação das sub-bacias e barragens.

3.7.4 Zoneamento Geoambiental

Foram caracterizados e digitalizados os geossistemas, dinâmica, pressão antrópica e situação ambiental da região de estudo de acordo com o levantamento bibliográfico e cartográfico adotado por Rivas (1996).

3.8 Sobreposição de Mapas Digitais (divisão municipal, bacias e situação ambiental)

Nessa etapa foram sobrepostos os mapas digitais sobre divisão municipal, bacias e situação ambiental para identificar as nascentes, os cursos d'água, as unidades de conservação e as áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo envolvido em ambientes de situação ruim, grave e crítica.

3.9 Setores Prioritários para Conservação Ambiental

Foram apontadas as nascentes, os cursos d'água, as unidades de conservação e as áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo nos ambientes de situação ruim, grave e crítica como setores prioritários para conservação ambiental. A nascente do rio Longá está situada no ambiente de situação satisfatório e foi escolhida porque existe um projeto de criação de unidade de conservação ambiental conforme o Diário Oficial da União seção 3 n° 231, 2 de dezembro de 2005. Decretou-se que o Rio Longá está no projeto de “Recuperação das Nascentes e Conservação da Mata Ciliar da Bacia do Rio Gurguéia e na Avaliação e Monitoramento da Qualidade e Quantidade da Água”.

Considerou como setores para fins de conservação dos recursos naturais na região envolvida, as nascentes, os cursos d'água, os municípios, as unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo.

Foram utilizadas as imagens de satélite do Google Earth (2007) para expôr a realidade de cada setor prioritário na área de estudo.

3.10 Visita e registro de campo

Foram realizadas visitas e registros de campo na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. Realizou-se quatro visitas de campo nos setores prioritários para conservação ambiental com situação crítica, grave e ruim: Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito - Crítica), Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba - Grave), Setor 5 (Terraços fluviais entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba - Ruim) e Setor 4 (Curso do rio Longá – Grave, Ruim e Satisfatória).

Adiante observa-se os registros feitos no Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito) seguido de sua situação crítica. Veja nas fotos abaixo:



Figura 4 – Olho d'água do rio Sambito no Município de Pimenteiras - PI



Figura 5 – Formação rochosa localizada ao norte do olho d'água do rio Sambito no Município de Pimenteiras - PI



Figura 6 – Formação rochosa localizada ao sul do olho d'água do rio Sambito no Município de Pimenteiras - PI



Figura 7 – Assoreamento próximo ao olho d'água do rio Sambito no Município de Pimenteiras - PI

Também, pode observar os registros feitos no Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba) seguido da situação grave localizado no município de Teresina. Veja nas fotos abaixo.



Figura 8 – Assoreamento do baixo curso do rio Parnaíba no Município de Teresina - PI



Figura 9 – Bancos de sedimentos do médio e baixo curso do rio Parnaíba no Município de Teresina - PI

Veja nas fotos abaixo os registros do Setor 5 (Terraços fluviais do médio e baixo curso do rio Parnaíba) seguido da situação ruim.



Figura 10 – Nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no Município de Miguel Alves - PI



Figura 11 – Via de acesso contruída na nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no Município de Miguel Alves - PI



Figura 12 – Salitre na nascente do rio Piranhas situado nos terraços fluviais do baixo curso do rio Parnaíba no Município de Miguel Alves -

O Setor 4 (Curso do rio Longá) está localizado em situação ruim. Porém, apesar de que a nascente do rio Longá se encontra em situação satisfatória a realidade é bem diferente, veja as fotos abaixo.



Figura 13 – Localização da nascente do rio Longá entre os buritizais no município de Alto Longá - PI



Figura 14 – Desmatamento nas proximidades da nascente do rio Longá no município de Alto Longá - PI



Figura 15 – Situação da nascente do rio Longá no município de Alto Longá - PI



Figura 16 – Placa de Homenagem para o Acadêmico José Itamar Abreu Costa da nascente do rio Longá no município de Alto Longá - PI

3.11 Análise sobre a Conservação Ambiental

As reflexões sobre a conservação ambiental iniciaram a partir do levantamento sobre a realidade das unidades de conservação e as áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo para conservação da região envolvida.

3.11.1 Unidades de Conservação e Áreas de Paisagem Relevante com Potencial para o Turismo

Levantou-se as unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo junto ao IBAMA, SEMAR e Prefeitura Municipal de Teresina para identificar as mesmas na área de tensão ecológica envolvida.

As informações sobre áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo foram levantadas a partir das referências de Góes e Feijó (1994), CPRM (1998) e Lima (1982).

De acordo com a revisão bibliográfica sobre as unidades de conservação e as áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo serão identificadas na região em estudo, e em seguida discutir-se-á os problemas que as afetam.

3.12 Recomendações para Conservação Ambiental

A síntese da conservação ambiental demonstrou que os mapas digitais referentes as compartimentações naturais, divisão municipal, situação ambiental, cursos d'água e nascentes contribuíram na transformação, em base de dados, dos mapas digitais da área de tensão ecológica utilizando os *softwares* Carta Linx 4.2 e Arc View 3.2a. Nesta etapa foram elaboradas recomendações para conservação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA

4.1 Localização

A área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba apresenta a seguinte localização: 2° 40' 00'' a 7° 20' 00'' S; 41° 00' 00'' a 45° 00' 00'' W. Totaliza uma área de 92.036,0 km² que é 27,11% da área total do da Bacia do Parnaíba que é de 339.390 km². Veja a abaixo a relação dos municípios envolvidos na área de estudo e a localização da área de estudo na página 75.

Lista dos Municípios Envolvidos na Área de Estudo			
1. Agricolândia	36. Colônia do Piauí	69. Milton Brandão	99. São Gonçalo
2. Água Branca	37. Curralinhos	70. Monsenhor Gil	100. São João da Fronteira
3. Alto Longa	38. Demerval Lobão	71. Morro do Chapéu do Piauí	101. São João da Serra
4. Altos	39. Dom Expedito Lopes	72. Murici dos Portelas	102. São João da Varjota
5. Amarante	40. Domingos Mourão	73. Nossa Senhora de Nazaré	103. São João do Arraial
6. Angical do Piauí	41. Duque Bacelar	74. Nossa Senhora dos Remédios	104. São José do Divino
7. Aroazes	42. Elesbão Veloso	75. Novo Oriente do PI	105. São José do Piauí
8. Arraial	43. Esperantina	76. Novo Santo Antônio	106. São Miguel da Baixa Grande
9. Barra D'Alcantara	44. Francinópolis	77. Oeiras	107. São Miguel do Tapuio
10. Barras	45. Francisco Ayres	78. Olho D'água	108. São Pedro do Piauí
11. Barro Duro	46. Hugo Napoleão	79. Palmeirais	109. Sigefredo Pacheco
12. Batalha	47. Inhumas	80. Paquetá	110. Tanque do Piauí
13. Beneditinos	48. Ipiranga	81. Parnarama	111. Teresina
14. Boa Hora	49. Jardim do Mulato	82. Passagem Franca	112. Timon
15. Bom Princípio do Piauí	50. Jatobá do Piauí	83. Pau D'arco do PI	113. União
16. Boqueirão	51. Joaquim Pires	84. Pedro II	114. Valença do Piauí
17. Brasileira	52. Joca Marques	85. Pimenteiras	115. Várzea Grande
18. Brejo	53. José de Freitas	86. Piracuruca	116. Wall Ferraz
19. Buriti	54. Juazeiro do Piauí	87. Piri-piri	
20. Buriti dos Lopes	55. Lagoa Alegre	88. Porto	
21. Buriti dos Montes	56. Lagoa de São Francisco	89. Prata do Piauí	
22. Cabeceiras do Piauí	57. Lagoa do Piauí	90. Regeneração	
23. Cajazeiras do Piauí	58. Lagoa do Sítio	91. Santa Cruz do Piauí	
24. Campo Largo do Piauí	59. Lagoinha do Piauí	92. Santa Cruz dos Milagres	
25. Campo Maior	60. Luís Correia	93. Santa Quitéria do Maranhão	
26. Capitão de Campos	61. Luzilândia	94. Santa Rosa do Piauí	
27. Caraúbas do PI	62. Madeiro	95. Santo Antônio dos Milagres	
28. Castelo do Piauí	63. Magalhães de Almeida	96. São Bernardo	
29. Caxias	64. Matias Olímpio	97. São Félix do Piauí	
30. Caxingó	65. Matões	98. São Francisco do Maranhão	
31. Cocal	66. Miguel Alves		
32. Cocal de Telha	67. Miguel Leão		
33. Cocal dos Alves	68. Milagres do Maranhão		
34. Coelho Neto			
35. Coivaras			

Quadro 1- Relação dos municípios envolvidos na Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba

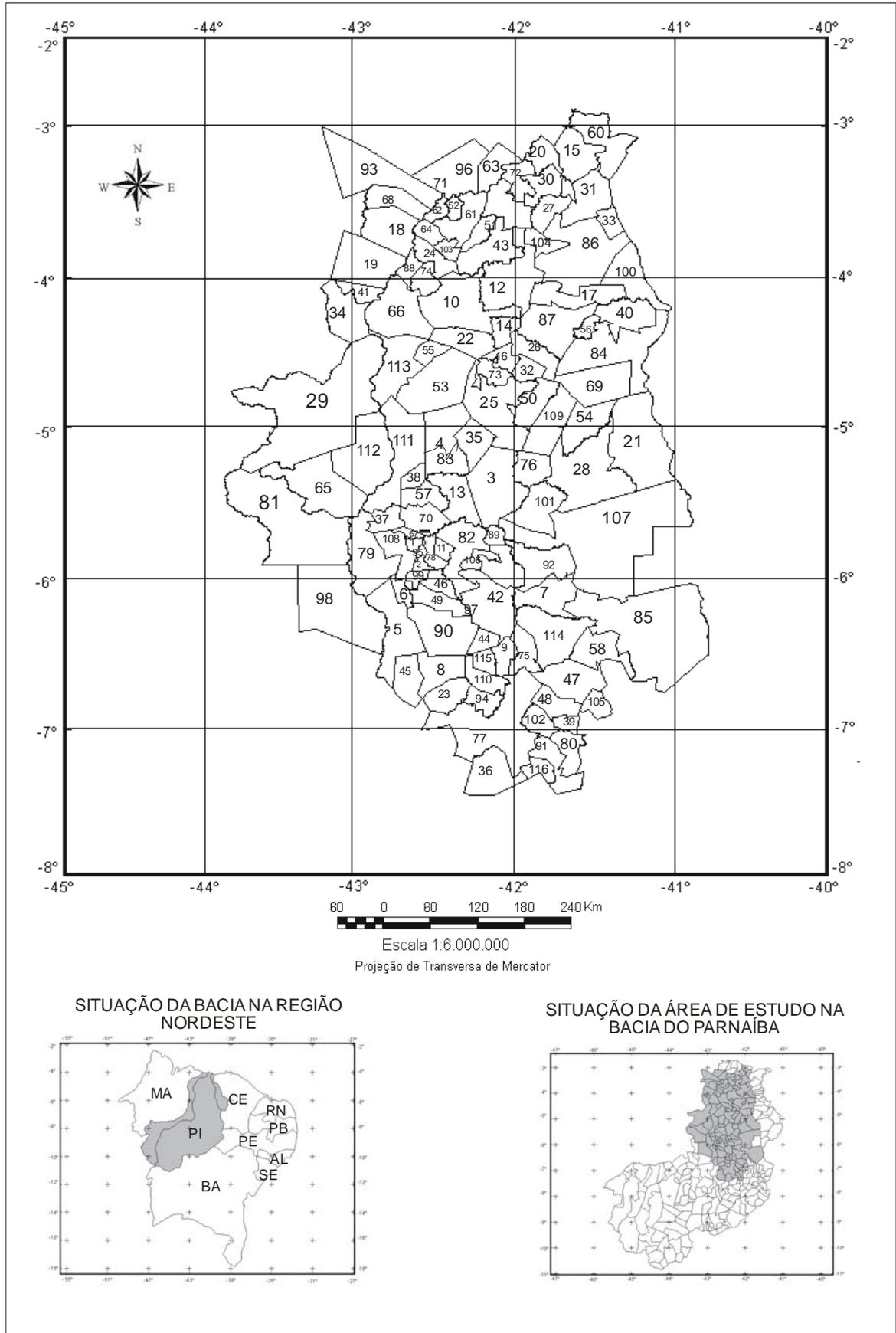


Figura 17 – Divisão Municipal da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.

Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte do IBGE (2002).

4.2 Caracterização Sócio-econômica

Para compreender a dinâmica social da região estudada deve-se analisar os aspectos demográficos relacionados ao estudo do tamanho e distribuição territorial e de composição da população, levando em conta os componentes da população. Estas questões encontram-se no centro dos atuais interesses e debates mundiais sobre o crescimento populacional e suas implicações ambientais, econômicas e sociais para as condições de vida e a sustentabilidade.

Para atingir os resultados gerais da Área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba é indispensável compreender as tendências recentes do crescimento populacional do País e, sobretudo, da Região Nordeste, revelado no último Censo Demográfico de 2000. Segundo os resultados preliminares do Censo-2000, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do Brasil atingiu, nesse ano, um total de 169.544.443 habitantes (IBGE, 2000).

O novo quadro evolutivo da população brasileira nas últimas décadas vem sendo revelado, na série dos Censos Demográficos e na Contagem da População de 1996 do IBGE. A análise mostra que a população brasileira tem experimentado sucessivos aumentos ao longo do século XX. Contudo, a partir dos anos 1970, a velocidade desse crescimento vem diminuindo progressivamente. A taxa média geométrica de crescimento anual para o Brasil no período 1991-2000 foi de 0,85%, a mais baixa observada, refletindo a continuidade do declínio da fecundidade durante os anos 90. Esse panorama, sócio-demográfico, possui como característica mais importante a rápida e persistente queda na taxa de natalidade, enquanto a taxa de mortalidade mantém seu discreto e consistente declínio.

A última década correspondeu a um período de rápidas alterações na dinâmica populacional, sobretudo na Região Nordeste, tendo no período 1991 – 2000 o declínio de crescimento mais significativo desta região. Atuando em conjugação com as demais variáveis demográficas (mortalidade e migração interna) o declínio da fecundidade teve forte impacto na redução do crescimento populacional.

A densidade demográfica média dos municípios inseridos na área de tensão ecológica da bacia do Parnaíba é de 19,83 hab/km² - superando, assim, a média do Estado que é de 10,7 hab/km² (quadro em Apêndice A).

O quadro em Apêndice B apresenta as taxas de crescimento dos efetivos populacionais dos municípios inseridos na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, segundo a situação de domicílio. Constatou-se que em 1991 a população residente na região envolvida representava 2.093.611 hab., este número passa para 2.335.473 hab., um incremento, portanto de 1,8%.

Quanto às taxas de urbanização, constatou-se um incremento nas mesmas em todos os municípios considerados na área de estudo, resultado direto da busca de melhorias nas condições de vida no que diz respeito à educação, saúde, habitação e emprego nos grandes centros urbanos, culminando com taxas negativas do crescimento da população residente no espaço rural.

A partir dos dados apresentados no quadro em Apêndice C, pode-se observar a redução nas taxas de mortalidade infantil, aumento da expectativa de vida que em 1991 apresentava seu maior valor, para o município de Teresina, da ordem de 67,5 anos e em 2000 este valor passa para 69,1 anos, resultado de melhores ofertas no sistema de saúde, bem como a melhoria no sistema básico de saneamento.

Vale ressaltar que, embora se constate no quadro em Apêndice C uma redução nas taxas de mortalidade, estas, ainda, são elevadas e resultam de fatores como a pobreza, as desigualdades no acesso aos serviços de saúde, a insuficiência no sistema de saneamento básico e a infra-estrutura etc.

A taxa de fecundidade, também, sofre redução em todos os 116 municípios inseridos na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. A própria desruralização nos municípios contribui para acentuar essa tendência, assim como, a saída da população rural para as cidades - um ambiente onde as relações são totalmente monetarizadas - e o papel da mulher no mercado de trabalho são fatores que, de modo geral, contribuem para a redução das taxas de fecundidade.

Conforme o quadro em Apêndice D, que apresenta os indicadores de renda, pobreza e desigualdade para os anos de 1991 e 2000, a renda per capita média dos municípios cresceu. A pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 75,00 equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000) diminuiu. A desigualdade cresceu: o índice de Gini passou de 0,48 em 1991 para 0,56 em 2000.

No que concerne ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a maioria dos municípios da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba são considerados de médio desenvolvimento humano (IDH está entre 0,5 a 0,8), segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD - 2000). Em 2000, 98% dos municípios envolvidos na área de estudo apresentavam um IDH entre 0,5 a 0,8, podendo ser caracterizada de acordo com o PNUD, como regiões de médio desenvolvimento humano. Pode-se observar no quadro em Apêndice E.

Apenas três Municípios Luís Correia, Magalhães Almeida e São Miguel da Baixa Grande apresentaram valores de IDH inferior a 0,5, ou seja, classificados portanto, de acordo com o PNUD, com baixo desenvolvimento humano. Veja na figura 5 o Índice de Desenvolvimento Humano da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

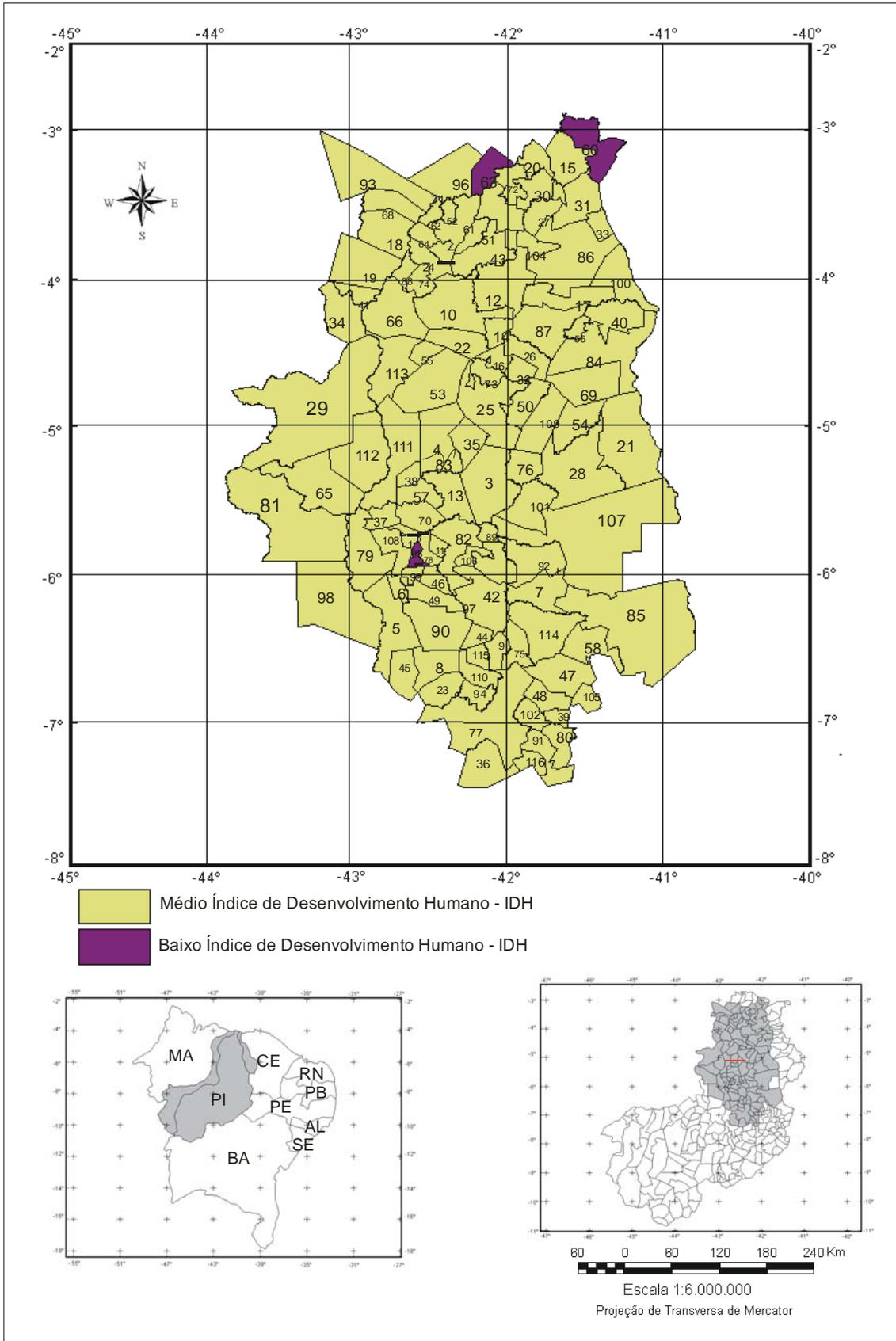


Figura 18 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.
Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte do Atlas de Desenvolvimento Humano (2000).

4.3 Sub-bacias hidrográficas, Nascentes e Limnografia

A lei estadual dos recursos hídricos do Piauí dividiu o estado em 12 (doze) sub-bacias: bacias litorâneas, bacia do Piranji, bacias difusas do baixo Parnaíba, bacia do Longá, bacia do Poti, bacias difusas do médio Parnaíba, bacia do Canindé, bacia do Itaueira, bacia do Gurguéia, bacias difusas da Barragem de Boa Esperança, bacia do Uruçuí Preto e bacias difusas do Alto Parnaíba.

A área de tensão ecológica envolvida compreende as seguintes bacias: a margem direita do Canindé, difusas do médio e baixo Parnaíba, Longá, Poti, Pirangi. (Veja a Figura 6).

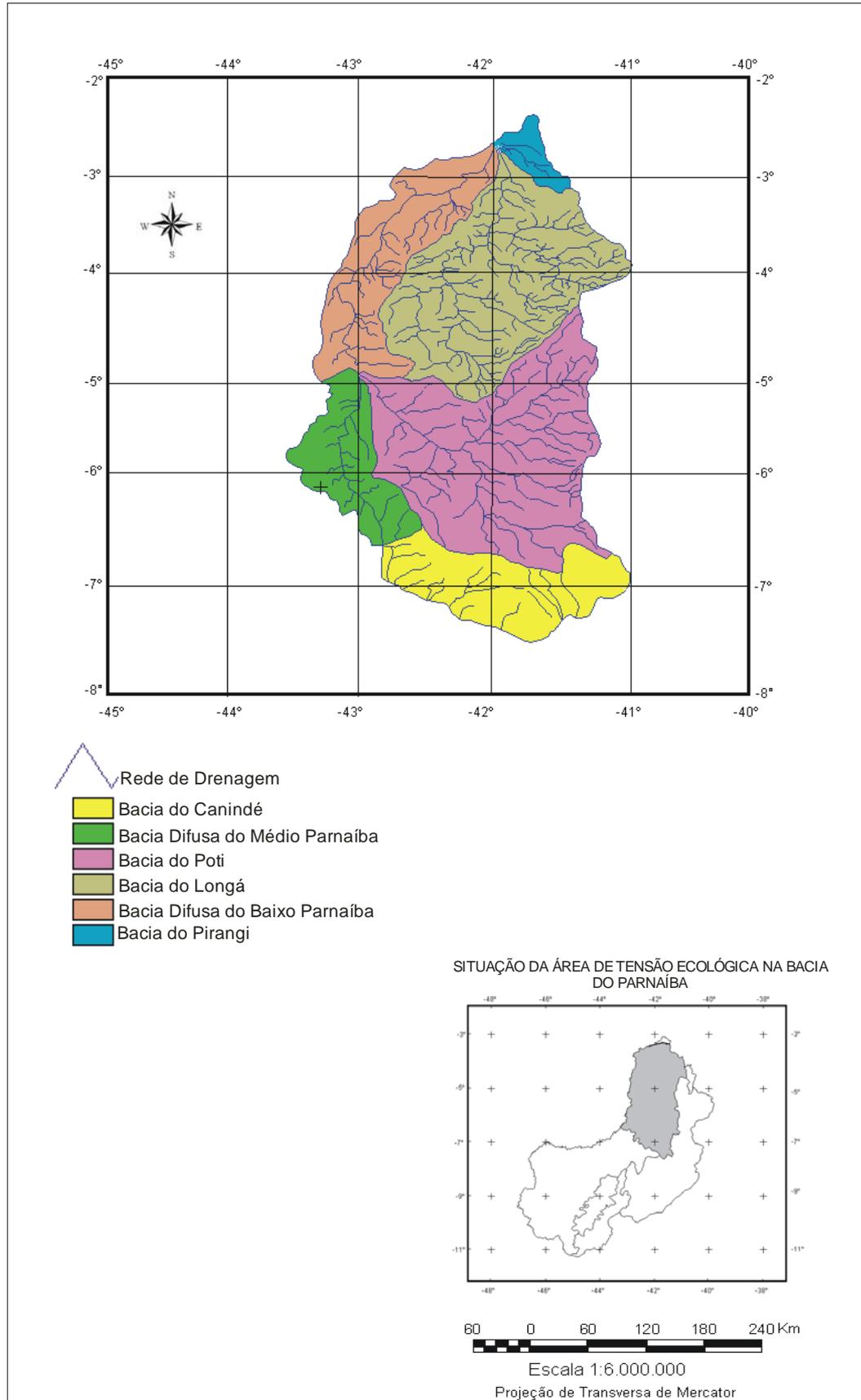


Figura 19 – Bacias da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacía do Parnaíba.
 Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte do Mapa das Bacias Hidrográficas do Estado do Piauí elaborada pela SEMAR em convênio com DNOCS/ANA/MMA - 2003.

4.3.1 Sub-bacias Difusas do Médio Parnaíba

O médio Parnaíba situado na área de tensão ecológica se estende desde a desembocadura do rio Canindé até o rio Poti. Caracteriza-se por apresentar uma rede de drenagem perene, com uma área de 160.200 km², uma vazão média em torno de 1.505 m³/s, tendo uma disponibilidade hídrica livre de 47,5 bilhões de metros cúbicos de água anual (RIVAS, 1996). Os afluentes da margem esquerda (estão em ordem de montante para jusante do Parnaíba) compreendem: Carpina, Fundo, Lajes, Marcelo, Prata, Riachão, Garapa e Gameleira. Os tributários da margem direita (estão em ordem de montante para jusante do Parnaíba) são: Casa Nova, Canindé, Mulato, Coco, São José, Moquilas, Riachão, Cadoz, Almecegas, Fortaleza, Negro, Alegre, Coroatá, Fundo, Macacos, Mutum e Poti (BAPTISTA, 1981).

O rio Mulato emerge a 13 km acima da cidade de Regeneração com nome de Locos, na Chapada Grande, a 300 metros de altitude. Depois de um curso de 60 km, a declividade de 3,7 m/km, deságua na cidade de Amarante. Recebe vários afluentes que nele penetram neste último município, como o Coité, o Tucano, o Sambaíba, o Riachão e o Caldeirão. Destes merece destaque o Coité, que nasce no Município de Regeneração, corta o município de Angical e desemboca depois de um curso de 30 km. O Mulato flui por três municípios: Angical, Regeneração e o de Amarante.

4.3.2. Sub-bacia do Canindé

O rio Canindé nasce na Serra dos Dois Irmãos no Município de Paulistana, dos quais se destacam dois riachos que são formadores do rio: o Ingá e o Chapéu, o primeiro nasce na Serra do Topa e outro na dos dois Irmãos. Suas nascentes ficam a 600 metros de altitude. Na margem direita os principais afluentes se destacam em: Carnaúba, Poção, Itaim, Talhado, Corrente, Arraial, Mocambo, Jacaré, Corrente, Emparedado, Macacos, Quilombos, Gameleira, Descanso, Tapuio e Dois Coqueiros. O rio passa nos seguintes municípios da área de tensão ecológica: Ipiranga, Arraial, Francisco Ayres e Amarante.

4.3.3 Sub-bacia do Poti

O médio e baixo curso do rio Poti é o afluente mais importante da Bacia do Parnaíba que ao entrar na área de tensão ecológica banha o Município de Castelo e tem um afluente, o São Vicente, que passa por São Miguel do Tapuio. Abrange os rios Sambito e o Berlingas, o

Corrente (que banha Beneditinos), o Caiçara (que separa Monsenhor Gil de Barro Duro e de Beneditinos), o Gameleira (que banha Alto Longá, com 90 km de curso e separa Beneditinos de Altos) e o Natal (que banha Monsenhor Gil). Corresponde a uma área de 51.000 km², com uma vazão média anual de 121 m³/s, contendo uma disponibilidade hídrica superficial de 3,8 bilhões de metros cúbicos (RIVAS, 1996).

Os afluentes que compreendem o médio e baixo Poti são; Margem esquerda: Tábua, Cumbe, Cais, Macambira, Onça, Sambito, Rodeador, Berlingas, Cocos, Caiçara, Prata, Natal e Marimba. Margem direita: Macambira, Capivara, Parafuso, Canudos, Caiçara, Mendes, Taboca, Saco, Curralinho, Fundo, Corrente e Gameleira.

O rio Sambito surge nas Serras das Almas, a 550 m de altitude, no Município de Pimenteiras tendo um curso de 250 km. Caracteriza-se por não ser perene, embora suas margens sejam férteis, assim como sua bacia, onde ficam inúmeras fazendas. Seu canal se expande pelos Municípios de Pimenteiras, Valença, São Miguel do Tapuio, Aroazes, Elesbão Veloso, Novo Oriente do Piauí, São Félix do Piauí e Prata do Piauí. O seu percurso corta o Município de Pimenteiras e Valença, depois entre Valença e Aroazes, corta Valença e serve de separação entre este e Elesbão Veloso, penetrando em São Félix do Piauí, depois torna-se o limite entre este e Aroazes e, em seguida, entre São Miguel do Tapuio e Prata, até a sua foz. Os principais tributários são Bacamarte, Tranqueira, São Vicente, Bangüê, Coroatá, São Bento e Cabaças, pela margem esquerda e Fundo Tabúa, Areia, São Nicolau e outro Cabaças, pela direita (LIMA, 1982).

O rio Berlingas aparece no Município de Novo Oriente do Piauí, na Serra da Lagoa Funda, a 350 m de altitude, com uma extensão de 150 km de curso. Tem inicialmente, direção para leste, mas logo inflete para o norte e conserva a sua rota até a foz. Abrange os Municípios de Novo Oriente, Várzea Grande, Francinópolis, Elesbão Veloso, Regeneração, Hugo Napoleão, São Félix do Piauí e Beneditinos. Corta o Município de Novo Oriente do Piauí, onde nasce, penetra em Francinópolis e segue aos limites entre este e Regeneração, Regeneração e Elesbão Veloso, este e Hugo Napoleão e Barro Duro. Voltando a Elesbão Veloso e penetra em Beneditinos, onde desemboca no Poti, tendo vários afluentes: Canabrava, Quebradas, Riachão, Bangüê, Vaca Morta e Buriti, pela margem esquerda; Gado e Fundo pela direita. Existem 7 (sete) nascentes situadas nos seus afluentes, tais como: Canabrava,

Quebradas, Riachão, Vaca Morta e Buriti, pela margem esquerda; Gado e Fundo pela direita (LIMA, 1982).

O rio Poti que compreende médio e baixo curso abrange 23 nascentes localizadas nos seus afluentes. Na margem esquerda se destaca as seguintes nascentes: Tábua, Cumbe, Cais, Macambira, Onça, Sambito, Rodeador, Berlengas, Cocos, Caiçara, Prata, Natal, Marimba. Na margem direita temos Macambira, Capivara, Parafuso, Canudos, Caiçara, Capivara, Mendes, Taboca, Saco, Curralinho, Fundo, Corrente e Gameleira.

4.3.4 Sub-bacias Difusas do Baixo Parnaíba

O baixo curso do rio Parnaíba tem uma largura de 300 metros alcançando 500 a 600 metros em Luzilândia, e mantém esta largura até a foz. O rio Parnaíba se estende logo após a desembocadura do rio Poti até bifurcar com os rios Igarçu e Santa Rosa. Constatou-se um total de 22 nascentes nos seus afluentes. A bacia se estreita do lado piauiense correspondendo a uma área de 93.100 km², com uma vazão anual em torno de 2.455 m³/s, tendo uma disponibilidade hídrica livre de 47,5 bilhões de metros cúbicos de água anual (RIVAS, 1996).

As nascentes secundárias localizadas à margem direita: São Domingos, Cavalos, São Vicente, Espia, Riachão, Curimatá, Raiz, Tabocas, Tatu, Piranhas, Grande, Agarapos, Longá (Rio) e Pirangi. Na margem esquerda são: Itagurará, Riachão, Correntes, Juçara, São João, Pouca Vergonha, Milagres e Buriti. Assim as nascentes do rio Raiz e Piranhas são as principais das bacias difusas do Baixo Parnaíba.

O curso d'água Raiz nasce no Município de José de Freitas na Serra do Alegre, a 110 m de altitude e flui para o de União, depois de um curso de 60 km tem uma declividade média de 1m/km. Atravessa apenas estes dois municípios, tendo somente um tributário de certa importância: o Formosa que vem do norte.

O rio Piranhas brota e desemboca dentro do Município de Miguel Alves suas cabeceiras ficam a 105 metros de altitude, após um curso de 60 km, despeja no Parnaíba 24 km a jusante da cidade. Suas nascentes ficam na região conhecida por Matões e tem apenas um afluente de vulto: o Coité.

4.3.5 Sub-bacia do Longá

O rio Longá nasce na Lagoa do Mato ou de Longá no Município de Alto Longá, a uma altitude de 150 metros, 13 km distante da cidade, totalizando 24 nascentes. Tem direção geral de sul para o norte e declividade média de 0,4 m/km para um curso de 320 km. As nascentes dos afluentes situados a sua margem direita do rio Longá são: Jenipapo, Titaras, Macacos, Corrente, Anta, Caiçara, Saco, Matos, Piracuruca, Grande, Boiador, Gavião e Caldeirão. As nascentes situadas nos afluentes à margem esquerda são: Palmeira, Velame, Surubim, Galinhas, Marataoã, Poção, Baixa Grande, Carnaúba, Torta, Taquari e Mundo Novo. O rio não é perene (BAPTISTA, 1989).

A sua bacia abrange os Municípios de Alto Longá, Altos, Campo Maior, José de Freitas, Capitão de Campos, Pedro II, Piripiri, União, Barras, Miguel Alves, Batalha, Piracuruca, Domingos Mourão, Esperantina, Cocal, Joaquim Pires e Buriti dos Lopes. O seu vale tem um curso que inicia em Alto Longá, serve de limites entre Altos e Campo Maior, atravessa este, penetra no de Barras que depois se separa de Batalha. Serve de limites entre este e Esperantina, voltando a Batalha que vai separar de Piracuruca e de Buriti dos Lopes; continuam entre este último e Joaquim Pires e atravessa Buriti dos Lopes, onde permanece até a sua foz.

O rio Marataoã, o principal afluente da margem esquerda do Longá, passar a existir no local Quintas, entre Altos e José de Freitas, a uma altitude de 140 m. Com curso de 100 km, sua declividade média vai a 0,7 m/km. Sua bacia abrange os Municípios de Altos, Campo Maior, José de Freitas, União, Miguel Alves e Barras. Apresenta os seguintes tributários: São José, Madeira Cortada e Riachão (pela margem esquerda) e Caldeirão e Santo Antonio (pela direita). O Marataoã é cortado na cidade de Barras e torna-se meândrico quando entra nesse município. As seguintes nascentes de seus tributários são: São José, Madeira Cortada e Riachão (pela margem esquerda) e Caldeirão e Santo Antônio (pela direita) (BAPTISTA, 1989).

O curso do rio Piracuruca inicia no Município de Domingos Mourão, na Serra da Ibiapaba, a altitude de 650m. Depois de 200 km de curso, deságua no Longá, com forte declividade 6m/km em média, sendo muito encachoeirado em suas nascentes. Temos como municípios envolvidos Domingos Mourão, Piracuruca, Piripiri e Buriti dos Lopes.

Compreende um total de 46 nascentes de 2ª ordem. A sua margem esquerda corresponde a várias nascentes de riachos: Ipueiras, Carneiros, Cauã, Cajueiro, Mata Fria, Morro do Chapéu, Cabirras, São Luiz, Tucuns, Macacos, Salgado, Ameixas, Barro Vermelho, Ingazeira, Lontras, Cortume, Salobro, Vereda, Columinquara, Dois Riachos, Pé da Serra, Corujas e Galhofas. As nascentes dos afluentes da margem direita do rio Piracuruca abrangem: Árabe, Catarina, Barreiros, Pedro Grande, Provesor, Seco, Palmeira, Tourão, Curralinho, Fundo, Suçuarana, Jacareí, Mouriço, Cerca, Carnaubal, Santa Rosa, Pedra Furada, Pau Ferrado, Vereda das Éguas, Bebedouro do Angical, Gameleira, Cupins e Sucuruju (BAPTISTA, 1989).

O rio Marataoã, o principal afluente da margem esquerda do Longá, nasce no local Quintas, entre Altos e José de Freitas, a uma altitude de 140 m.

4.3.6 Sub-bacia do Pirangi

O curso Pirangi emerge no local Pirapora, no Estado do Ceará, a 720 metros de altitude, tem 130 km de extensão e declividade média de 5m/km. Penetra no Estado do Piauí pelo Município de Cocal, atravessa o de Parnaíba e deságua no de Buriti de Lopes. Recebe poucos afluentes destacando-se o Riachão, o Freixeiras, o Cocal e o Palmeira, todos pela margem direita.

4.3.7 Limnografia

As lagoas da parte setentrional da Bacia do Parnaíba se formam a partir da acumulação fluviais e próximas aos rios. Baptista (1981) classificou as lagoas em quatro grupos: a) Lagoas Fluviais (são cortadas por rios); b) Lagoas Ribeirinhas (situam-se nas proximidades dos rios); c) Lagoas Altas (localizadas longe dos rios) e d) Lagoas Litorâneas.

Estas lagoas estão distribuídas pelos seguintes municípios:

Municípios	Lagoas	Tipos de Lagoas
Alto Longá	Junco e Mato	Ribeirinha e fluvial
Buriti dos Lopes	Prado, Meio, Emparedado, Grande do Buriti, Porcos, Mocambo, Murici, Ema e Campo Maior	Ribeirinha e fluvial
Campo Maior	Campo Maior	Fluvial
Capitão de Campos	Manoel	Fluvial
Esperantina	Esperantina	Fluvial
Joaquim Pires	Cajueiro	Fluvial

Luzilândia	Inhuma, Mutuns, Sapucaia, Sussuapara, Malhadinha, Cajueiro	Fluvial e ribeirinha
Miguel Alves	Porta, Pé do Morro, Bom Conselho, Três Paus	Ribeirinha e fluvial
Nazaré do Piauí	Quartel e Nazaré	Fluvial
Palmeirais	Grande	Ribeirinha
Porto	Estiva, Campo Largo, Raiz e Buracos	Ribeirinha
Regeneração	Mulato	Fluvial
Teresina	São Domingos, Morros e Salobro	Ribeirinha

Quadro 2 – Limnografia da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.

Fonte: Baptista, 1981.

A área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba corresponde a um total de 158 nascentes de cursos d'água de 1ª, 2ª e 3ª ordem, tornando áreas prioritárias para a preservação do meio ambiente.

4.4 Zoneamento Geoambiental

A área de estudo localiza-se na parte setentrional da Bacia do Parnaíba tem uma extensão territorial de 92.036,0 km² e está compartimentada em unidades territoriais homogêneas que são definidas e hierarquizadas em geossistemas e geofácies (RIVAS, 1996).

A área de tensão ecológica envolve duas unidades geoambientais: Tabuleiros do Parnaíba e Baixadas de Campo Maior. Os Tabuleiros do Parnaíba representados abrange partes do médio e baixo curso do rio Parnaíba, o médio e baixo curso do rio Poti e todo o curso do rio Longá, aproximando-se até o litoral piauiense. Este geossistema é marcado por diferenças morfopedológicas decorrentes das mudanças estruturais, litológicas e climáticas que aconteceram na era fanerozóica, refletindo na cobertura vegetal edáfica e no modelado. Na figura 20 estão representados os geossistemas da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

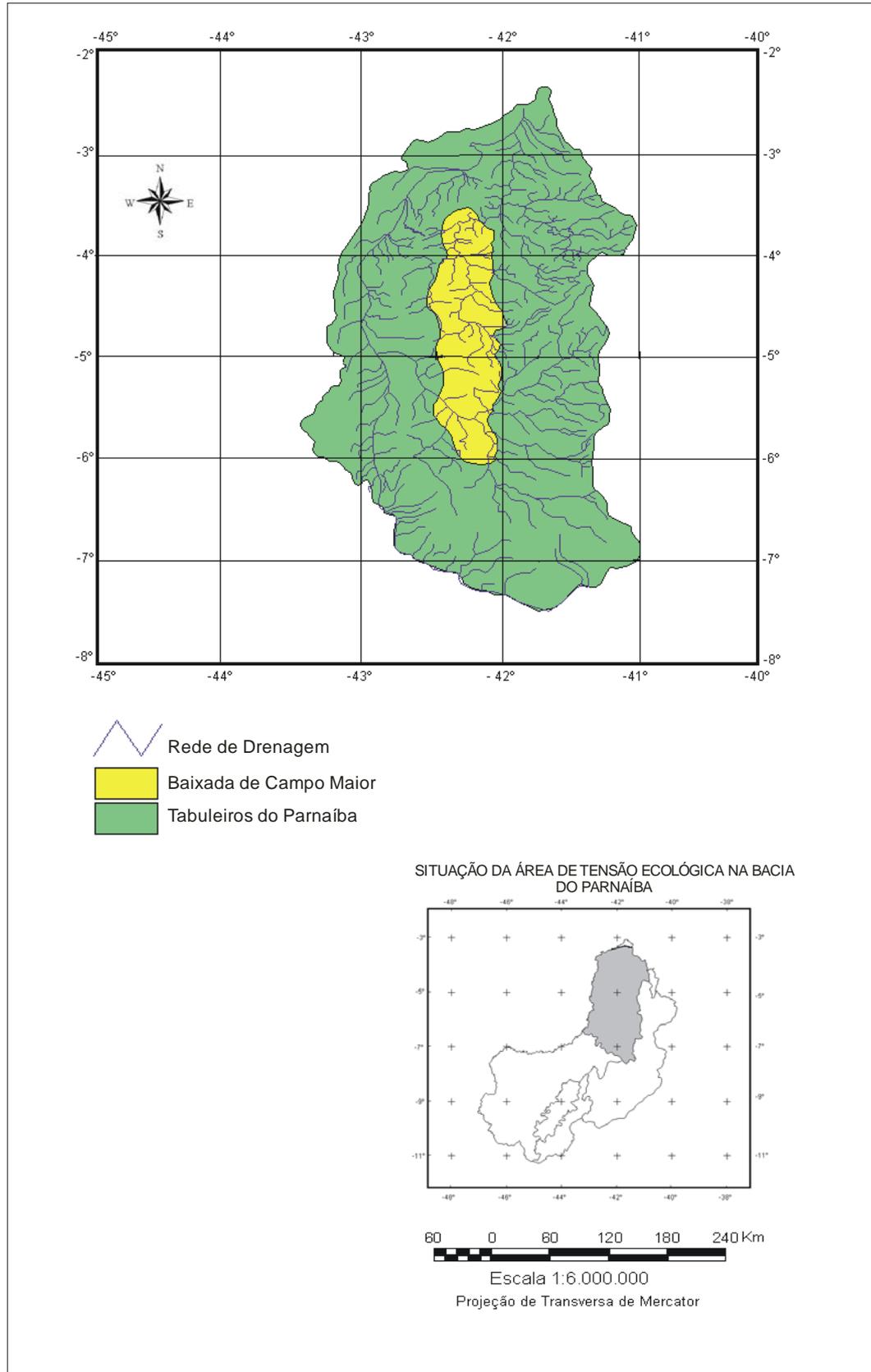


Figura 20 - Geossistemas da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba
 Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996).

A área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba está representada pelas condições climáticas entre o Cerrado e a Caatinga, aparecendo as seguintes espécies vegetais: murici (*Byrsonima* sp.); goiabinha (*Eugenia* sp.); araçá (*Myrcia* sp.); jatobá (*Hymenaea* sp.); pinhão (*Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill); aroeira-da-praia (*Schinus* sp.); jurema-preta (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex. Benth); quebra-faca (*Croton mucronifolius* Muell. Arg) e lixeira (*Curatella americana* L.) (RIVAS, 1996).

Os principais atributos das geofácies dos Tabuleiros do Parnaíba estão descritos no Quadro 3.

Geofácies	Caracterização
A	Planos retocados regulares inumados por material areno-argiloso contendo latossolos amarelos álicos e distróficos, textura média, associados areia quartzosa. Atuam processos de escoamento difuso e erosão laminar. Dinâmica fraca.
B	Vales com vertentes dissecados incipientemente e com declives inferiores a 5°, contendo latossolos amarelos álicos e distróficos, textura média, associados a podzólicos vermelho-amarelos plínticos, sob ação de processo de escoamento difuso e semi-concentrado e erosão laminar ligeira. Dinâmica fraca.
C	Vertentes dissecadas com declives de 5 a 11°, contendo feições de topos convexos e aguçados, entalhados em folhelhos siltitos, contendo solos litólicos álicos e distróficos, textura arenosa e média, associados a podzólicos vermelho-amarelos concrecionários, plínticos, subordinados a processos de escoamento concentrado, evidenciados pela ocorrência de sulcos. Dinâmica Forte.
D	Rampas com lombas, declives de 2 a 5°, com solos litólicos álicos, textura arenosa e média, associados a areias quartzosas e podzólicos vermelho-amarelos concrecionários rasos, sofrendo influencia de processos de escoamento difuso, localmente concentrado, com ocorrência de sulcos. Dinâmica moderada.
E	Formas de topo convexos, com declives de 5 a 11, modelados em rochas pelíticas, contendo podzólicos vermelho-amarelos álicos e distróficos, concrecionários, plínticos, textura média/argilosa e argilosa, pedregosos, associados a solos litólicos álicos, sujeitos a processos de escoamento concentrado e evidenciada pela ocorrência de sulcos rasos. Dinâmica Moderada.
F	Rampas com incipiente dissecação declives de 2 a 5°, contendo cobertura de material arenoso com ocorrência de areias quartzosas e latossolos amarelos álicos, textura média, sob ação de processo de infiltração e escoamento sub-superficial. Dinâmica moderada.
G	Vales com bordas sulcadas, com declives de 2 a 5° solos podzólicos vermelho-amarelos álicos e distróficos, plínticos, textura média/argilosa e arenosa/média, associados a solos litólicos álicos, sob ação de escoamentos concentrado, evidenciado pela formação de sulcos rasos, e subsuperficial. Dinâmica fraca.
H	Planos retocados irregulares com declives de 2 a 5°, com ocorrência de podzólicos vermelho-amarelos álicos, plínticos e concrecionários, de textura arenosa e média/média e argilosa, localmente pedregosos, associados a latossolos amarelos e areias quartzosas, influenciados por escoamento difuso e semi-concentrado. Dinâmica fraca.
I	Vertente dissecada com feições de topos convexos e aguçados e declives de 5 a 11°, contendo podzólicos vermelho-amarelos álicos, plínticos, textura média e média argilosa concrecionários, associados a solos litólicos álicos, sujeitos a escoamento concentrados evidenciados pela ocorrência de sulcos rasos. Dinâmica muito forte.
	Vales de fundo plano com fraca incisão, declives de 0 a 2°, contendo plintossolos álicos, concrecionários, de textura média e média/argilosa imperfeitamente drenados,

Continua

L	associados a podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e concrecionários, localmente pedregosos, e solos aluviais eutróficos, sujeitos a escoamentos concentrados evidenciados pela ocorrência de sulcos. Dinâmica moderada.
M	Vales esboçados, com declives de 0 a 3°, com ocorrência de planossolos solódicos de textura média e arenosa/média, associados a solonetz solodizados e plintossolos, todos com sérios problemas de drenagem. Área sujeita a escoamentos concentrados e aportes de materiais. Dinâmica moderada.
N	Rampas com declives de 0 a 3°, com Brunizens avermelhados vérticos, textura média e argilosa/argilosa muito argilosa, associados a Bruno não-cálcicos vérticos e pedregosos. Área sujeita a ação de escoamento semi-concentrado. Dinâmica moderada.
O	Planícies e terraços com diques marginais e marcos de palco-drenagem, com solos aluviais eutróficos e solódicos, textura indiscriminada, associados a cambissolos, solonetz solodizados, planossolos solódicos e solos hidromórficos gleizados, sob ação de processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado, com desbarrancamento das margens côncavas. Dinâmica forte.
P	Vales com fortes incisões e declives de 2 a 5°, com solos litólicos álicos, de textura arenosa e média, associados a areias quartzosas. Área com escoamento concentrado evidenciado por sulcos. Dinâmica moderada.
Q	Anfiteatro com declives inferiores a 2°, com ocorrências de vertissolos a podzólicos vermelho-amarelos eutróficos. Área sob ação de escoamentos superficiais e concentrados. Dinâmica moderada.

Quadro 3 – Geofácies dos Tabuleiros do Parnaíba

Fonte: Rivas, 1996

As Baixadas de Campo Maior situam-se em áreas depressivas, no baixo curso do rio Parnaíba e drenada pelo rio Longá e seus afluentes. Esta unidade geossistêmica por ser geomorfologicamente depressiva, está contida em lagoas com áreas periodicamente inundáveis com nível altimétrico de 100 m modelada em rochas pelíticas e arenitos. Caracteriza-se por apresenta um clima subúmido a úmido, com pluviometria de 1300 a 1500mm/ano, apresentando deficiência hídrica de 4 a 6 meses. O potencial hídrico subterrâneo fraco a médio potencial hídrico de superfície médio a alto. (Rivas, 1996).

Os principais atributos dos 4 (quatro) geofácies que integram a unidade Baixada de Campo Maior estão descritos abaixo (Veja o quadro 4).

Geofácies	Caracterização
a	Área deprimida, localmente inundável, contendo lagoas, declives de até 2°, moldada em rochas pelíticas, com plintossolos álicos, textura média/argilosa, associados a podzólicos vermelho-amarelos plínticos, concrecionários. Atuam processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado.
b	Vales de fundo plano com fraca incisão, declives de 0 a 2°, com ocorrências de plintossolos álicos concrecionários, textura média e média/argilosa, associados aos podzólicos vermelho-amarelos álicos plínticos e concrecionários ambos com restrições importantes de drenagem e localmente pedregosos. Estão sujeitos a escoamento concentrado evidenciado pela ocorrência de sulcos.

Continua

c	Rampas com declives de 2 a 5°, contendo planossolos solódicos de textura média e arenosa/média, associados a solonetz solodizados e plintossolos, todos com sérios problemas de drenagem. Área sujeita a escoamento concentrado e de aporte de material.
d	Pequenos interflúvios de topos planos irregulares, apresentando declives inferiores a 2°, com ocorrências de plintossolos álicos concrecionários, textura arenosa e média/média e argilosa, associados a podzólicos vermelho-amarelos concrecionários, sujeitos a processos de escoamento difuso e semi-concentrado.

Quadro 4 – Geofácies das Baixadas de Campo Maior.

Fonte: Rivas, 1996.

A figura 21 consta os geofácies situados na área de tensão ecológica envolvida.

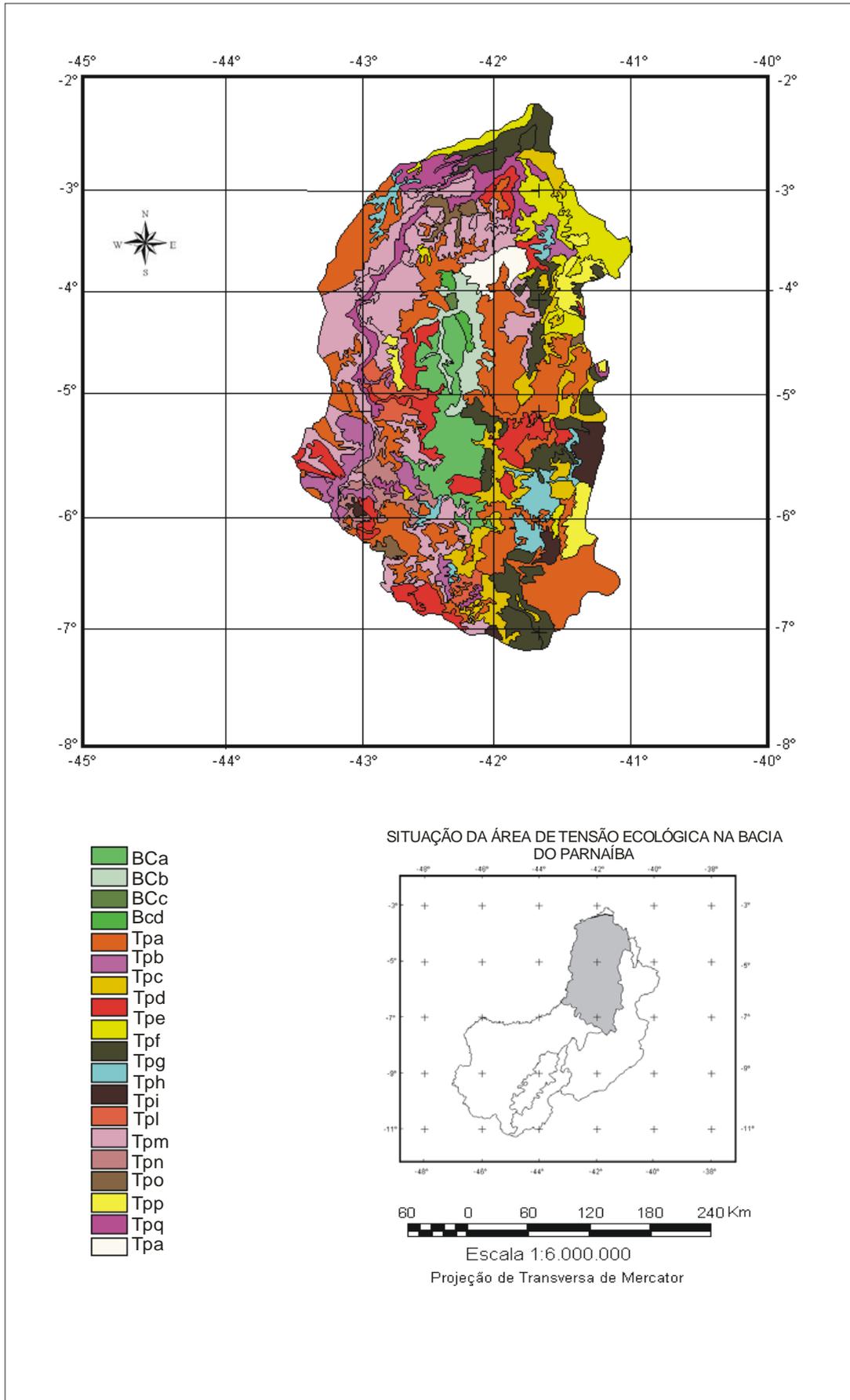


Figura 21 - Geofácies da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia Do Parnaíba Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996)

4.5 Dinâmica Ambiental

A dinâmica ambiental é definida pelo balanço da pedogênese e morfogênese no meio ambiente que através de suas relações identifica e taxonomiza os diferentes tipos de paisagem/geossistemas numa determinada área, região ou território a ser estudado. Para tanto, Rivas (1996) fundamentou-se na classificação proposta de Tricart (1977), que definiu os meios estáveis, transição e instáveis, em graus de vulnerabilidade ambiental objetivando avaliar os riscos potenciais face aos processos erosivos classificando os ambientes de vulnerabilidade muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extremamente forte. Portanto, detectou-se que os ambientes de vulnerabilidade muito fraca equivalem aos meios estáveis; os ambientes de vulnerabilidade fraca e moderada já apresentam tendência à instabilidade, correspondendo aos meios de transição, e os ambientes de vulnerabilidade forte, muito forte e extremamente forte integram os meios instáveis.

4.5.1 Meios Estáveis

Correspondem aos ambientes de grau de vulnerabilidade muito fraca, aqueles em que o arcabouço dos aspectos físicos oferece grande resistência à ação dos processos de degradação. Abrangem os relevos planos, incluindo os topos das chapadas e tabuleiros, com solos muito profundos, de textura argilosa e média, com fraca suscetibilidade à erosão. A infiltração das águas e o escoamento superficial difuso comandam os processos morfogenéticos. Ocorrem em áreas, onde o grau de concentração das chuvas é fraca, e a cobertura vegetal oferece proteção elevada.

4.5.2 Meios de Transição

O grau de vulnerabilidade fraca corresponde à predominância do processo da pedogênese sobre a morfogênese. Os solos são profundos com uma proteção da cobertura vegetal, sob regime de chuvas fracas a moderadamente concentradas.

Nos ambientes com vulnerabilidade moderada, equivalem aos meios de transição ou com tendência a instabilidade. Caracterizam-se pela ação simultânea da pedogênese e morfogênese, refletindo-se em relevos com declives de 5 a 11°, contendo solos pouco profundos. O índice de concentração de chuvas é fraco a moderado e a proteção da cobertura vegetal varia de média a alta. Estes ambientes se encontram também nos Tabuleiros do Parnaíba.

4.5.3 Meios Instáveis

A vulnerabilidade ambiental forte caracteriza ambientes onde há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, ou seja, os processos de degradação são mais intensos. Trata-se de áreas com relevos rampeados e colinosos com solos mal drenados e concrecionários. Os solos são geralmente rasos a pouco profundos, ou, no caso das planícies aluviais, profundos, com textura arenosa ou indiscriminada. Os processos morfogenéticos predominantes são os escoamentos difuso e concentrado, desbarrancamentos e assoreamentos nos cursos d'água, com ocorrência de inundações. A condição de degradação se acentua quando a concentração de chuva é alta e o grau de proteção da cobertura vegetal é fraco.

Os meios instáveis incluem áreas com o grau de vulnerabilidade extremamente forte. Nesta categoria, os relevos são dissecados por escoamento superficial difuso e concentrado, resultando em considerável adensamento de ravinas. Os solos são pouco desenvolvidos, geralmente destituídos dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos a processos de desertificação.

Na figura 22 presencia-se a dinâmica ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

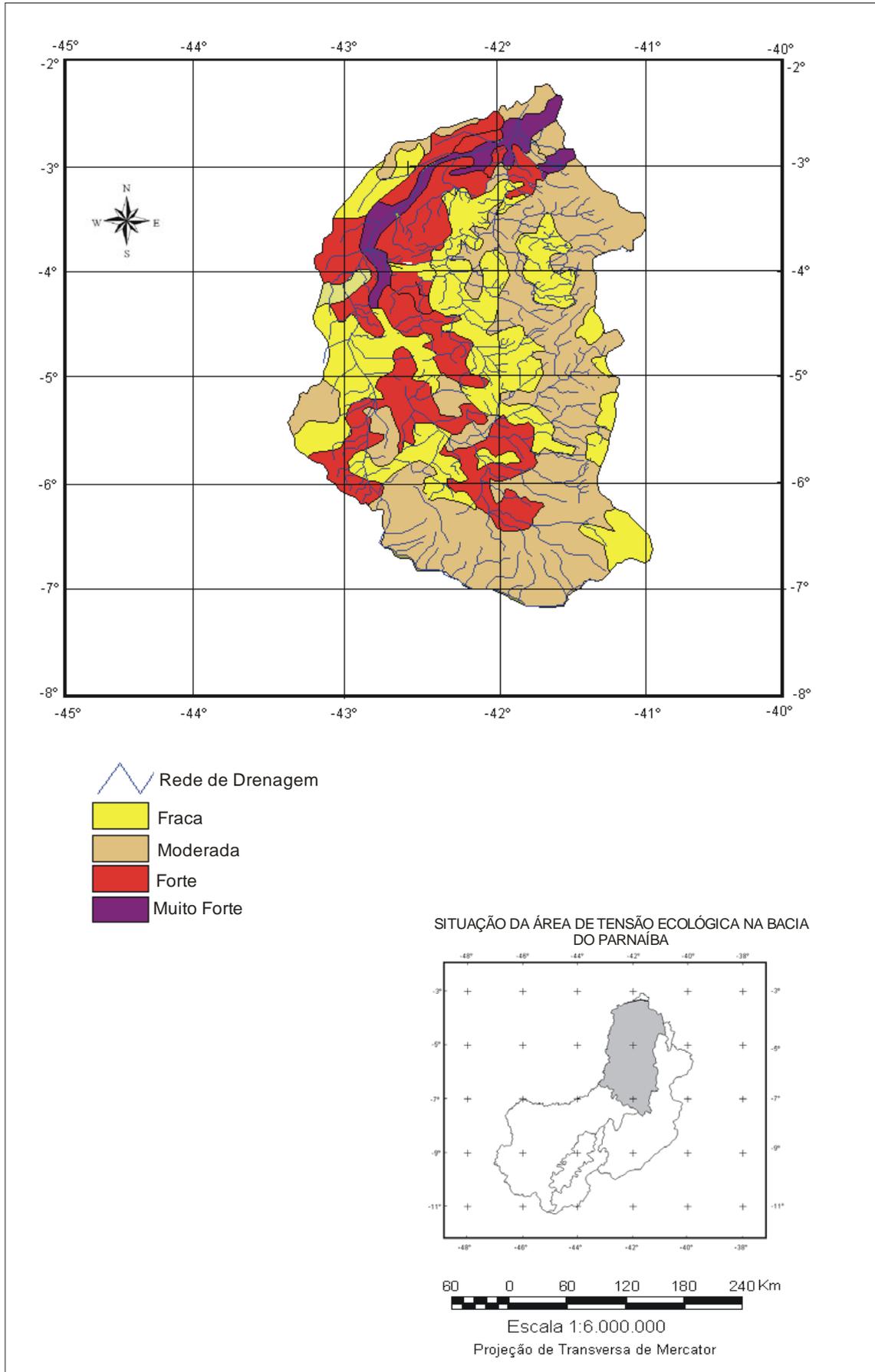


Figura 22 - Dinâmica Ambiental da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba. Adaptado pelo autor (2006) conforme a fonte de Rivas (1996).

4.6 Uso da Terra

A análise do uso atual da terra na área de tensão ecológica da bacia do Parnaíba objetiva fornecer uma real situação em que se encontram os ambientes naturais, submetidos ou não à ação antrópica. Essa pesquisa mede o relacionamento homem/meio ambiente, principalmente no que tange a seus aspectos culturais e econômicos.

As atividades econômicas na região em estudo estão ligadas à agropecuária de subsistência e o extrativismo vegetal (babaçu, carnaúba e madeiras). A agropecuária de subsistência desenvolve-se nas faixas marginais do médio e baixo Parnaíba. A agricultura de subsistência baseia-se no cultivo da mandioca, milho, feijão e fruticultura, desenvolvendo-se de forma tradicional com mão-de-obra, principalmente familiar e a pecuária extensiva com número reduzido de animais, complementar a alimentação familiar. Essas atividades têm pouca orientação técnica.

A agricultura comercial na área de tensão ecológica envolvida não é tão explorada quanto a agricultura de subsistência, que provoca grande impacto no meio ambiente. Já a cultura do caju, por ser permanente, causa impactos principalmente na fase da implantação, permitindo um reequilíbrio do ambiente no decorrer do seu desenvolvimento. Nessa atividade predomina as culturas do arroz, fruticultura e cana-de-açúcar.

Durante muito tempo o extrativismo vegetal foi a principal fonte produtiva da região. Os recursos vegetais que adquirem maior expressividade para sua exploração são: carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) Moore), babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) e o buriti (*Mauritia martiana* (Mart.) Bureau). Dentre as atividades mais extraídas nessa região destaca-se a carnaúba e o babaçu.

O extrativismo de madeira consiste na exploração de espécies vegetais nobres, para fins industriais e rurais. Em consequência do desmatamento, a área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba reduziu a taxa de produção de madeira na região devido à fiscalização do IBAMA. Esta atividade não existe um manejo sustentável que interfere no ecossistema através da diminuição da população das espécies vegetais, tendo como consequência a diminuição do potencial madeireiro, das populações das espécies animais e do aumento do escoamento superficial, que acelera os processos de degradação (RIVAS, 1996). Na figura 23, observa-se a predominância das atividades econômicas na área de estudo.

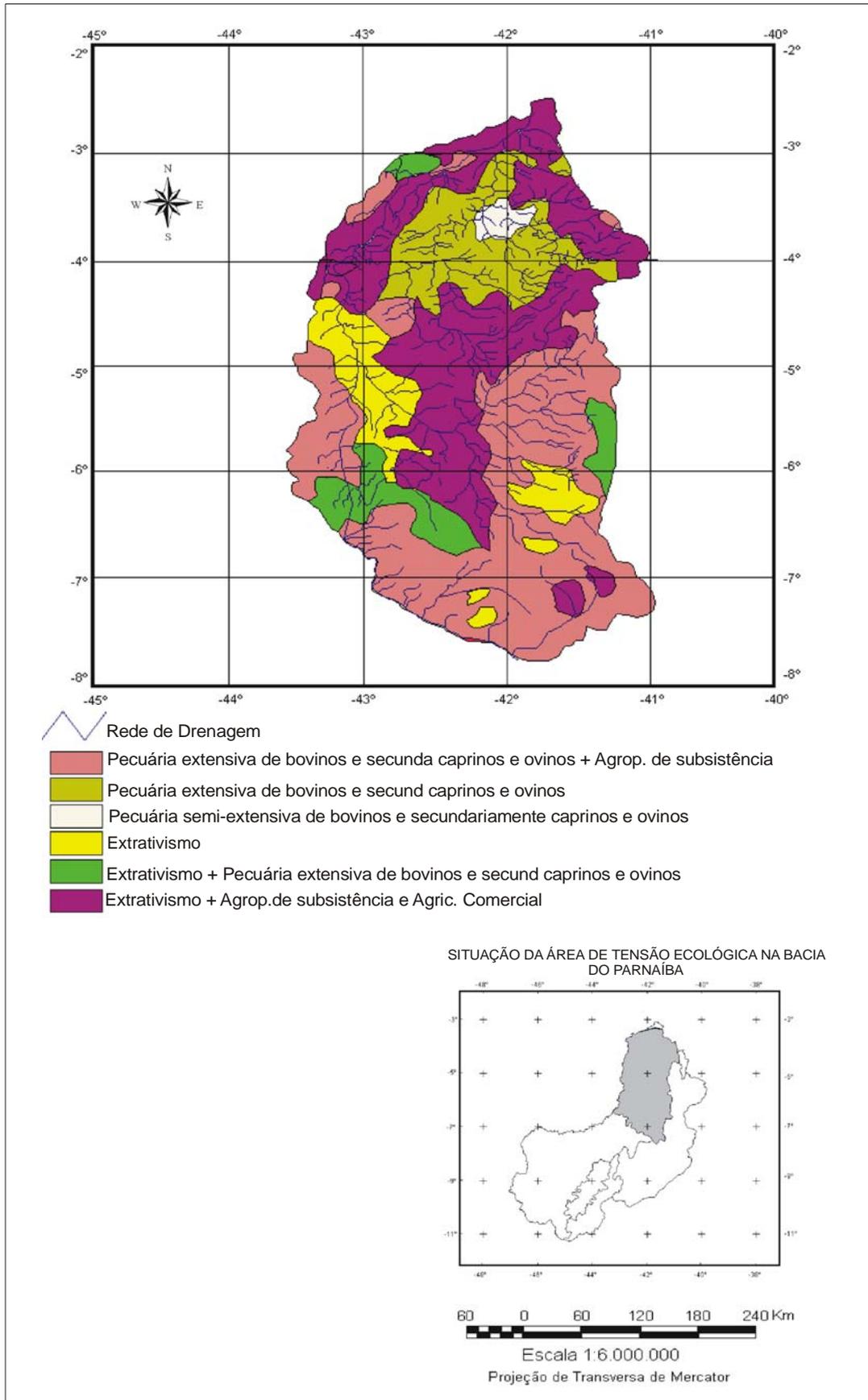


Figura 23 - Uso da Terra na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996)

4.7 Situação ambiental

O termo 'situação ambiental' adotado por Rivas (1996) é um instrumento de planejamento ambiental que visa identificar áreas prioritárias para detalhamento de estudos futuros sobre a conservação ambiental nas unidades geoambientais da Bacia do Parnaíba. A interação da vulnerabilidade ambiental com o uso da terra na área envolvida resultou na identificação de áreas de situações ambientais: estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica.

A partir dessa interação entre a vulnerabilidade ambiental e o uso da terra na área envolvida, identificou-se algum impacto provocado pelas ações antrópicas entre elas a diminuição da população de espécies vegetais, a diminuição do potencial madeireiro, o raleamento da cobertura vegetal, o assoreamento muito significativo dos canais de drenagem, a remoção de matas ciliares, voçorocas, ravinas etc.

A área de tensão ecológica resultou na predominância de situações ambientais estabilizadas, satisfatórias e toleráveis. Com relação aos ambientes de situações ruim, grave e crítica, estes demonstram a interferência prejudicial, forte e muito forte a fisionomia vegetal e a biota da área envolvida provocada por manejos inadequados, como as atividades agropecuárias de subsistências em áreas susceptíveis a graves riscos de desequilíbrio (Veja o quadro 5).

Vulnerabilidade Ambiental	Uso da Terra	Alterações	Riscos/efeitos	Situação Ambiental
Fraca a moderada	Extrativismo: carnaúba e babaçu	- Pouco significativa no potencial vegetal a longo prazo.	1a) diminuição da população das espécies vegetais; 1b) diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais.	Estabilizado
Muito fraca a moderada	Extrativismo de madeira	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo; - Pouco significativa do potencial erosivo a longo prazo.	2a) diminuição do potencial madeireiro. Erosão laminar muito fraca; 2b) diminuição do potencial madeireiro. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais.	Satisfatório
Muito fraca a moderada	Pecuária Extensiva: bovinos, caprinos e ovinos.	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo; - Pouco significativa do potencial erosivo a longo prazo.	3a) raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar muito fraca. 3b) Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais. Compactação pouco significativa dos solos	

Continua

Continuação

Forte	Extrativismo: carnaúba e babaçu	- Pouco significativa no potencial vegetal a longo prazo.	4a) diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca, sulcos freqüentes e superficiais.	Tolerável
Forte a muito forte	Extrativismo de madeira	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo.	5a) diminuição do potencial madeireiro. Erosão laminar moderada, sulcos freqüentes e rasos, com formação de ravinas.	
Muito fraca a fraca	Agropecuária de subsistência	- Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Significativa do potencial erosivo a médio e longo prazo. - Significativa do potencial edáfico a longo prazo.	9) diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca. Diminuição significativa do potencial agrícola a curto prazo.	
Moderada a forte	Agropecuária de subsistência	- Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Significativa do potencial erosivo a curto e médio prazos. - Muito significativa do potencial edáfico a curto e médio prazos. - Significativa do potencial hídrico a médio e curto prazos.	11) - diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar moderada a forte, sulcos freqüentes e rasos. - Assoreamento muito significativo dos canais de drenagem . - Diminuição muito significativa do potencial agrícola a curto prazo.	Ruim
Forte	Agropecuária de subsistência	- Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Muito significativa do potencial erosivo a curto prazo. - Muito significativa do potencial hídrico a curto prazo.	13) – Remoção da mata ciliar. Modificação do perfil do solo, por aporte ou remoção de materiais. - Inundação provocando perdas eventuais das culturas. - Diminuição significativa do potencial agrícola a médio e longo prazos.	Grave
Extremamente forte	Pecuária Extensiva: bovinos, caprinos e ovinos.	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo. - Muito significativa do potencial erosivo a curto e prazo. - Muito significativa do potencial hídrico a curto prazo.	16) Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar muito forte. - Ocorrência de sulcos, ravinas e voçorocas. - Compactação significativa dos solos. - Assoreamento dos cursos d'água. Desertificação.	Crítica

Quadro 5 – Situação Ambiental da área de tensão ecológica

Fonte: Rivas - 1996

A figura 24 mostra a situação ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

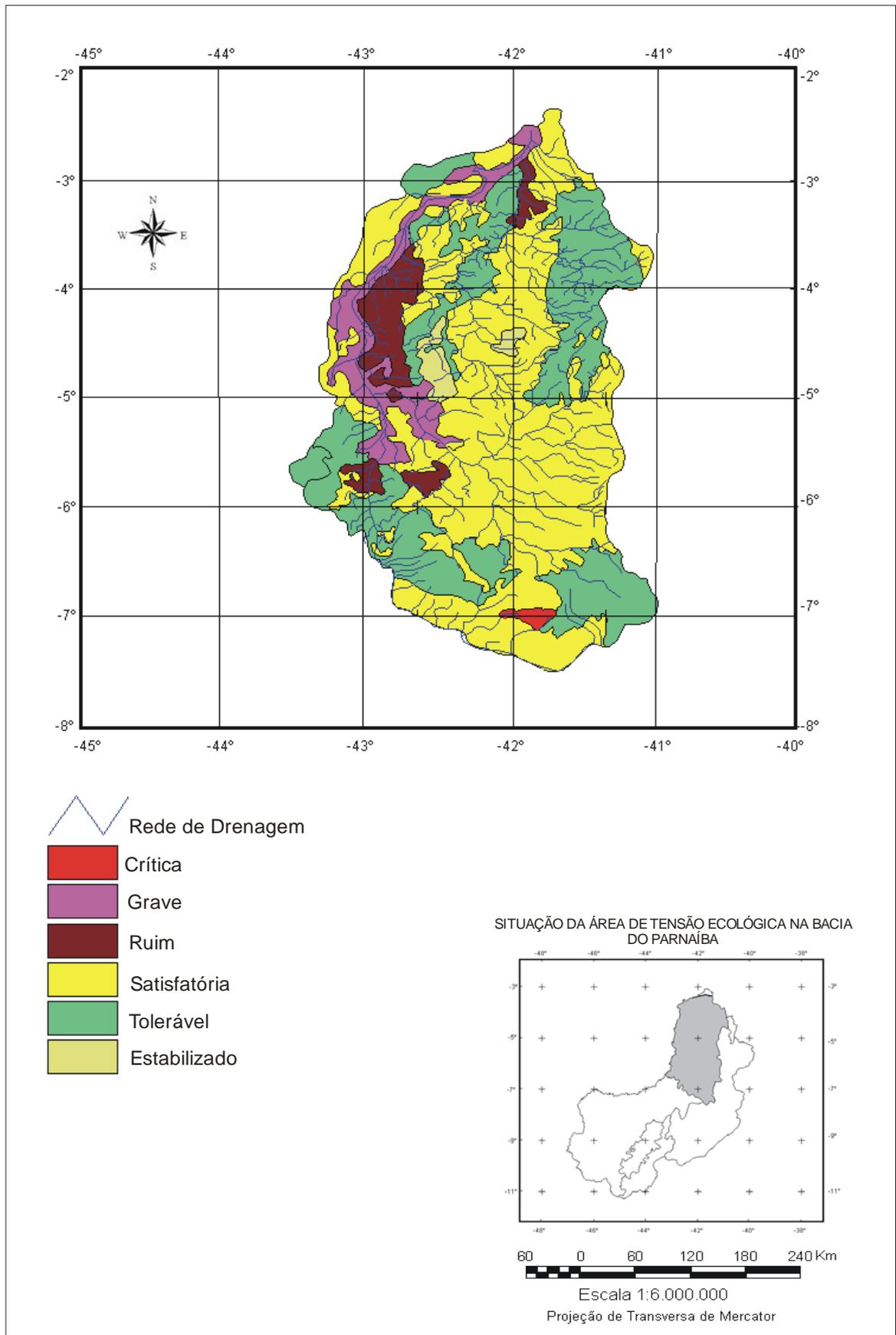


Figura 24 - Situação ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba Adaptado pelo autor (2006), conforme a fonte de Rivas (1996)

5 ANÁLISE DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA

5.1 Introdução

Este capítulo trata da indicação de setores prioritários para fins de conservação como contribuição para o planejamento ambiental na área de estudo. Foram identificados os cursos d'água, nascentes, municípios, unidades de conservação e áreas com potencial para o turismo nos ambientes de situação crítica, grave e ruim, segundo a metodologia adotada por Rivas (1996). Em seguida, serão discutidas as análises sobre situação ambiental, sub-bacias hidrográficas, unidades de conservação e áreas com potencial para o turismo mediante os mapas de situação do ambiente, divisão municipal e bacia hidrográfica com vistas na identificação de áreas prioritárias para conservação ambiental. E, por último, serão elaboradas recomendações para conservação do meio ambiente.

Os setores prioritários para a conservação são definidos como espaços que merecem uma atenção especial para solução de estudos futuros e a ação de medidas de conservação e reparação, com fins de sustentabilidade dos ambientes da região em estudo. Considerou-se que todos os cursos d'água e nascentes na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba localizadas nos ambientes de situação crítica, grave e ruim como setores prioritários para a conservação.

5.2 Análise sobre Situação Ambiental

A análise da vulnerabilidade natural dos geoambientes e das pressões antrópicas sobre os recursos naturais na área de estudo resultou na classificação de alterações ambientais em seis situações: estabilizado, satisfatório, tolerável, ruim, grave e/ou crítica, segundo Rivas (1996).

A situação ambiental estabilizada ocorre no baixo e médio curso do Parnaíba. Corresponde a ambientes de vulnerabilidade natural fraca a moderada sujeitas a uma pressão pouco impactante decorrente do extrativismo vegetal (babaçu e carnaúba).

A situação ambiental satisfatória sucede na maioria da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba, compreendendo ambientes com vulnerabilidade

natural muito fraca a moderada, submetidos ao extrativismo de madeira e pecuária extensiva. As mudanças provocadas por estas atividades são moderadas. E não ocorre agravamento da vulnerabilidade natural, proporcionando ainda ao ambiente uma elevada capacidade de regeneração.

A situação ambiental tolerável engloba unidades heterogêneas, onde a vulnerabilidade natural varia de muito fraca a muito forte, sujeita a pressões de uso resultantes de atividades menos impactantes, como extrativismo; a muito impactante, como agricultura comercial.

A situação ambiental ruim refere-se às unidades ambientais com vulnerabilidade muito fraca a forte, submetidos às atividades como agropecuária de subsistência e agricultura comercial da cana-de-açúcar. Estas atividades promovem a remoção total de cobertura vegetal, o assoreamento e contaminação por agroquímicos dos cursos d'água.

A situação ambiental grave compreende ambientes com vulnerabilidade natural forte a extremamente forte, e decorrentes do extrativismo vegetal e animal e da agropecuária de subsistência.

A situação ambiental crítica corresponde a ambientes de vulnerabilidade natural muito forte a extremamente forte, submetidos a pressões decorrentes da pecuária extensiva.

5.2.1 Situação crítica, grave e ruim

O estudo de Rivas (1996) identificou cinco setores da área de estudo onde a situação ambiental é classificada como ruim, grave ou crítica: Cabeceiras do rio Sambito (setor 1: situação crítica), médio e baixo curso do rio Parnaíba (setor 2: situação grave), médio e baixo curso do rio Canindé (setor 3: situação grave), baixo curso do rio Longá (setor 4: situação ruim) e os terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba (setor 5: situação ruim).

Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito)

Nesse setor, a situação é crítica e corresponde a uma vulnerabilidade ambiental extremamente forte, onde as causas decorrem das condições litoestruturais e dos processos eólicos. Também, caracteriza-se em áreas intensamente dissecadas por escoamento superficial

difuso e concentrado, resultando em considerável adensamento de ravinas. Os solos são pouco desenvolvidos e geralmente destituídos dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos aos processos de desertificação (RIVAS, 1996). Na imagem de satélite abaixo pode-se observar a localização e as suas características físicas do setor envolvido.



Figura 25 – Imagem de satélite do Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito).

Fonte: Google Earth – 2007.

Desde o século XVIII, as pressões antrópicas são decorrentes da pecuária extensiva. A cobertura vegetal foi o primeiro elemento do meio ambiente a ser modificado pelo homem por meio da atividade pecuarista. Com a expansão do gado na região ocasionou danos à natureza, tais como: ao raleamento da cobertura vegetal, a compactação dos solos e o assoreamento do rio Sambito.

Aquino (2002), analisou a suscetibilidade geoambiental das terras secas do Piauí e afirmou que os Municípios de Pimenteiras e Lagoa do Sítio são apontados como zonas de média suscetibilidade geoambiental antrópica à desertificação, isso quer dizer que a realidade geoambiental é suscetível a pressões antrópicas frente ao processo de desertificação e

constatou que a maior parte dessas terras são utilizadas para agropecuária, com predominância da pecuária extensiva de bovinos.

Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba)

O setor é de situação grave e abrange ambientes de vulnerabilidade forte e ocorre em planícies fluviais, onde a dinâmica está relacionada à ação dos processos de sedimentação, remoção e aporte de material sedimentar e decorrentes da intensidade e capacidade do escoamento fluvial. Pode-se constatar abaixo na figura 26.



**Figura 26 – Imagem de satélite do Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba localizado no município de Teresina - PI).
Fonte: Google Earth – 2007.**

No século XIX, as práticas da agropecuária de subsistência e agricultura comercial têm proporcionado ao decorrer do tempo graves problemas ambientais, como desmatamento e

assoreamento do médio e baixo curso do rio Parnaíba e que por meio da contínua exploração nessas áreas resultou numa situação grave e ruim adotado por Rivas (1996).

As navegações no rio Parnaíba favoreceram a instalação dos municípios nas suas margens para integrar a economia piauiense ao mercado nacional e mundial, por meio da exportação dos produtos agrícolas (algodão, cana de açúcar e fumo), isso contribuiria na medida do aproveitamento da atividade econômica como abertura de vias de comunicação e transporte das áreas situadas às margens do rio Parnaíba e de seus afluentes (QUEIROZ, 1992). Na figura 27 pode-se observar os municípios localizados nas margens do rio Parnaíba.

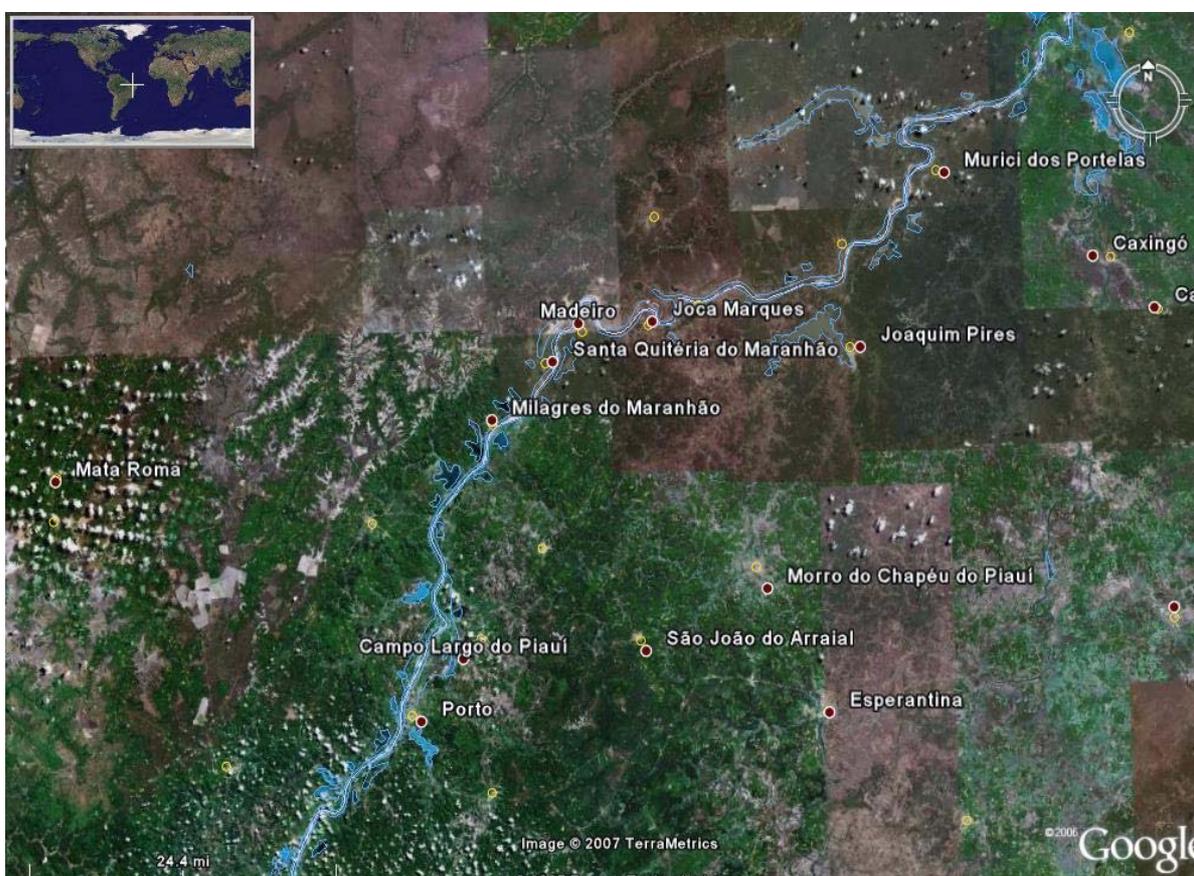


Figura 27 – Imagem de satélite do Setor 2 (Baixo curso do rio Parnaíba).

Fonte: Google Earth – 2007.

Setor 3 (Médio e baixo curso do rio Canindé)

Nesse setor a situação é grave e a vulnerabilidade é forte ocorrendo em planícies fluviais, onde a dinâmica está relacionada à ação dos processos de sedimentação, remoção e aporte de material sedimentar e decorrentes da intensidade e capacidade do escoamento fluvial.

Desde o século XIX, a agropecuária de subsistência é a principal atividade na sub-bacia do Canindé e vem ocasionando sérias modificações no perfil do solo, na mata ciliar e na redução do potencial agrícola.



Figura 28 – Imagem de satélite do Setor 3 (Médio e baixo curso do rio Canindé).
Fonte: Google Earth – 2007.

Setor 4 (Curso do rio Longá)

O setor 4 é uma área de situação ruim e compreende ambientes de vulnerabilidade moderada a forte, com a ocorrência em planícies fluviais, onde a dinâmica está relacionada à ação dos processos de sedimentação, remoção e aporte de material sedimentar e decorrentes da intensidade e capacidade do escoamento fluvial. Veja na figura 29 o baixo curso do rio Longá entre os municípios de Esperantina e Batalha – PI.



**Figura 29 – Imagem de satélite do Setor 4 (baixo curso do rio Longá).
Fonte: Google Earth – 2007.**

Já na figura 30 observa-se no setor 4 a nascente do rio Longá entre as formações geológicas-geomorfológicas.



**Figura 30 – Imagem de satélite do Setor 4 (baixo curso do rio Longá).
Fonte: Google Earth – 2007.**

Desde o povoamento do século XIX, as formas de exploração econômica foram adotadas às peculiaridades de produção dos diversos gêneros ao longo do tempo. Uma dessas atividades foi a pecuária, que contribuiu para ocupação de extensas áreas de terras na Bacia do Parnaíba, sem precauções com a conservação dos recursos naturais. A atividade agrícola de subsistência persiste na região, tais como: milho, feijão e mandioca (SANTANA, 2001).

Setor 5 (Terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba)

Nesse setor, a situação é ruim, predominam ambientes de vulnerabilidade moderada a forte, com a ocorrência nos terraços fluviais, onde a dinâmica está relacionada à ação dos processos de sedimentação, remoção e aporte de material sedimentar. Veja na figura 31 a imagem de satélite dos terraços fluviais situados entre o médio curso do rio Parnaíba.



**Figura 31 – Imagem de satélite do Setor 5 (Terraços fluviais entre o médio curso do rio Parnaíba).
Fonte: Google Earth – 2007.**

Os terraços fluviais do baixo e médio curso Parnaíba foram às áreas mais adequadas para o desenvolvimento da agricultura, em meados do século XIX. Nesse período, a

agricultura desenvolveu-se como manchas agrícolas ao longo da Bacia do Parnaíba. Também, ressalta-se que a agricultura comercial é praticada desde o período imperial com o início do cultivo do algodão e em seguida a cana de açúcar juntamente com o fumo. Devido a essas práticas agrícolas favoreceram no decorrer do tempo a expansão do assoreamento e desmatamento das margens do rio, contribuindo de certa forma em mudanças na mata primária da região. É importante frisar que até a segunda metade do século XX essa região foi caracterizada pela expansão do extrativismo vegetal (babaçu).

O quadro 6 mostra os municípios onde a situação ambiental foi estabelecida por Rivas (1996), como ruim, grave e crítica. Dentre a área de tensão ecológica, suas áreas devem ser consideradas como prioritárias para fins de estudos e medidas conservacionistas.

Setores	Municípios	Situação Ambiental
<i>Setor 1</i>	Pimenteiras	Crítica
	Lagoa do Sítio	Crítica
<i>Setor 2</i>	Teresina	Grave
	União	Grave
	Coelho Neto - MA	Grave
	Duque Bacelar - MA	Grave
	Buriti - MA	Grave
	Brejo - MA	Grave
	Milagres do Maranhão - MA	Grave
	Santa Quitéria do Maranhão - MA	Grave
	São Bernardo - MA	Grave
	Magalhães Almeida - MA	Grave
	Buriti dos Lopes	Grave
	Caraúbas do Piauí	Grave
	Bom Princípio do Piauí	Grave
<i>Setor 3</i>	Wall Ferraz	Grave
	Colônia do Piauí	Grave
	Oeiras	Grave
<i>Setor 4</i>	Esperantina	Ruim
	Batalha	Ruim
	Brasileira	Ruim
<i>Setor 5</i>	Caxias - MA	Ruim
	Timon - MA	Ruim
	Teresina	Ruim
	União	Ruim

	Coelho Neto	Ruim
	Miguel Alves	Ruim
	Curralinhos	Ruim
	Demerval Lobão	Ruim
	Pau D'Arco do Piauí	Ruim
	Monsenhor Gil	Ruim
	Lagoa do Piauí	Ruim

Quadro 6 - Municípios Envolvidos nos Ambientes de Situação Crítica, Grave e Ruim na Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.

Fonte: IBGE (2002), Rivas (1996) e Mapa hidrográfico e principais obras hídricas do Estado do Piauí (2003), cedido pela SEMAR em convênio com DNOCS/ANA/MMA.

A figura 32 expõe a localização dos setores 1, 2, 3, 4 e 5 considerados como prioritários para conservação na área de tensão ecológica.

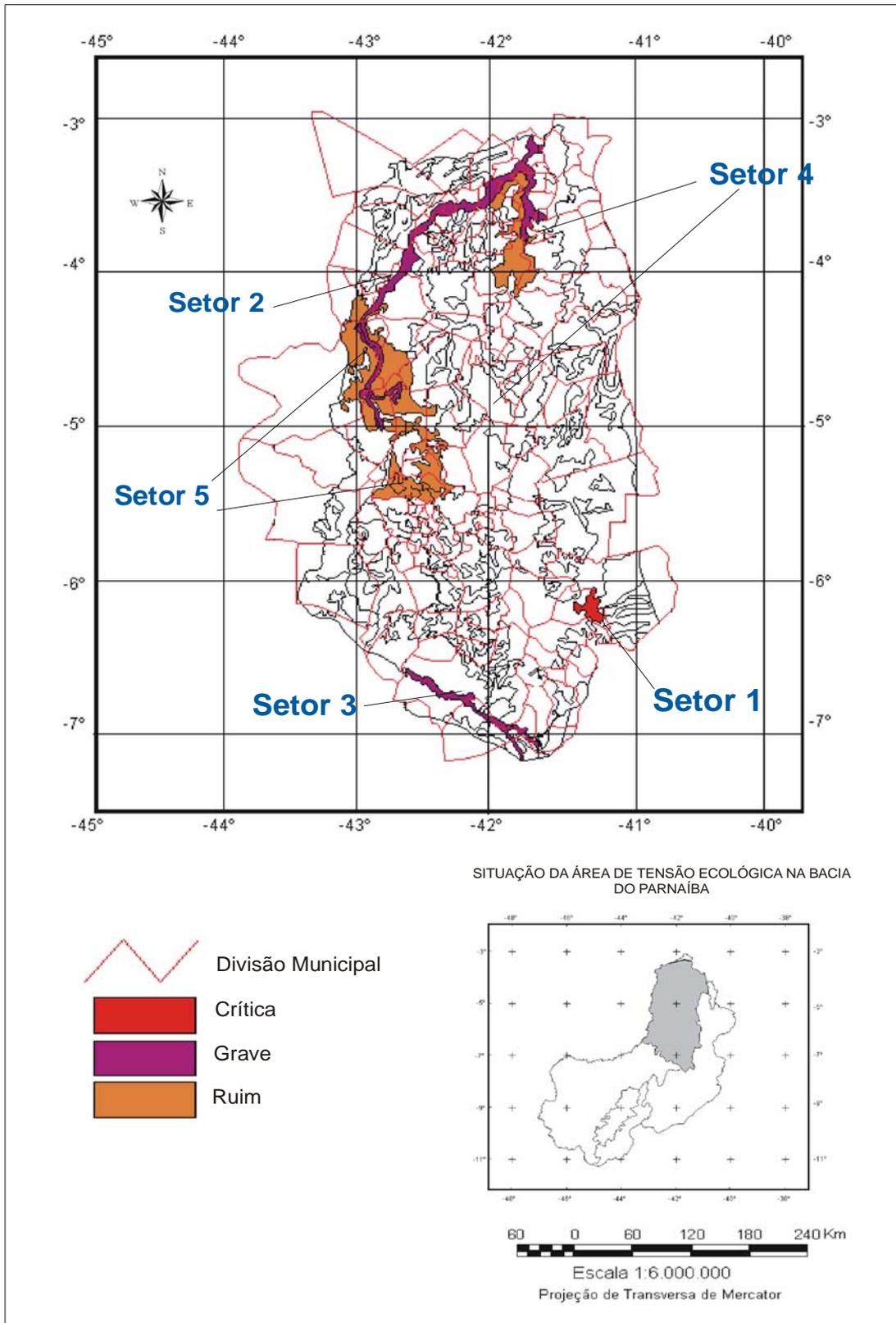


Figura 32 - Situação Ambiental e divisão municipal da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.
 Adaptado pelo autor (2007), conforme as fontes: IBGE (2002) e Rivas (1996).

5.3 Situação Ambiental e Sub-bacias Hidrográficas da Área de Estudo

Nesse item serão identificadas as sub-bacias localizadas nos ambientes de situação ruim, grave e crítica da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. Constatou-se as seguintes sub-bacias nos setores considerados como prioridades para conservação: Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito), Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba), Setor 3 (Médio e baixo curso do rio Canindé), Setor 4 (Curso do Longá) e Setor 5 (Terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba).

Setor 1 (Cabeceiras do rio Sambito)

O setor corresponde a sub-bacia do rio Sambito e está situada nos Tabuleiros do Parnaíba, caracterizando-se por apresentar vales com vertentes dissecados, contendo solos litólicos álicos e distróficos, textura arenosa e argilosa média, associados a podzólicos vermelho-amarelos álicos, concrecionários, plínticos, sujeitos a escoamento concentrados pela ocorrência de sulcos.

Nessa sub-bacia, as nascentes do rio Sambito se localizam em áreas de situação ambiental crítica, que correspondem a ambientes de vulnerabilidade natural muito forte a extremamente forte, sujeitos a pressões antrópicas decorrentes da pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

Setor 2 (Médio e baixo curso do rio Parnaíba)

O setor abrange as sub-bacias difusas do médio e baixo curso Parnaíba e corresponde a planícies e terraços com diques marginais, com solos aluviais eutróficos e solódicos, associados com cambissolos, solonetz solodizados, planossolos solódicos e solos hidromórficos gleizados, submetidos aos processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado, com desbarrancamentos das margens côncavas. A vulnerabilidade natural das sub-bacias difusas do médio e baixo curso Parnaíba varia entre moderada a forte, pois, está relacionada à ação dos processos de sedimentação e remoção do material sedimentar.

O médio curso Parnaíba está localizado no ambiente de situação ruim e apresenta uma erosão laminar moderada a forte, assoreamento muito significativo dos canais de drenagem e perda do potencial agrícola. O rio Poti é o afluente mais importante do médio

curso Parnaíba e se encontra no ambiente de situação ruim e grave, com as características citadas acima.

O baixo curso Parnaíba encontra-se numa situação grave apresentando os problemas ambientais como assoreamento, poluição do rio e desmatamento nas margens para as práticas da agropecuária de subsistência.

A nascente do rio Piranhas, conhecido popularmente como Riachão das Piranhas, dista 63 km da cidade de Miguel Alves e está localizado no ambiente de situação ruim. A outra nascente que merece ser destacada é a do rio Raiz que está situado na Serra do Alegre, no município de José de Freitas. Essas duas nascentes devem ser protegidas para assegurar a conservação ambiental e a qualidade de vida da população local.

Setor 3 (Médio e baixo curso do rio Canindé)

O setor está situado na sub-bacia do curso Canindé e engloba vales com bordas sulcadas, solos podzólicos vermelho-amarelos álicos e distróficos, textura média/argilosa e arenosa/média, associados a solos litólicos álicos, sob ação de escoamentos concentrado, evidenciado pela formação de sulcos rasos. A vulnerabilidade natural compreende a ambientes moderada a forte. As pressões antrópicas na sub-bacia do curso Canindé são decorrentes das práticas agropecuaristas de subsistência.

Setor 4 (Curso do rio Longá)

O setor localiza-se na sub-bacia do Longá e encontra-se na Baixada de Campo Maior correspondendo a pequenos interflúvios de topos planos irregulares, com ocorrências de plintossolos álicos concrecionários, textura arenosa e média/média e argilosa, associados a podzólicos vermelho-amarelos concrecionários, submetidos aos processos de escoamento difuso e semi-concentrado. A vulnerabilidade natural fraca oferece uma boa resistência aos processos de degradação.

A nascente do Rio Longá está localizada no ambiente de situação satisfatória e apresenta alguns efeitos como raleamento da cobertura vegetal, erosão laminar fraca e compactação pouco significativa dos solos.

Na unidade da sub-bacia do baixo curso Longá constitui planos retocados regulares inumados por material areno-argiloso, contendo latossolos amarelos álicos e distróficos; rampas e declives de 2 a 5°, com solos litólicos álicos e distróficos; planícies e terraços com diques marginais e marcos de palco drenagem, com solos aluviais eutróficos e solódicos e vales com fortes incisões, com solos litólicos álicos. A vulnerabilidade ambiental varia a moderada a forte correspondendo a solos pouco a muito profundos, ressaltando também a ação dos processos de sedimentação, remoção e deposição de material sedimentar.

Setor 5 (Terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba)

Esse setor está situado nas proximidades do setor 2 (citado anteriormente), pois há características físicas que se coincidem.

A figura 33 apresenta os setores com prioridades para conservação da área de tensão ecológica da parte setentrional, segundo as suas sub-bacias hidrográficas.

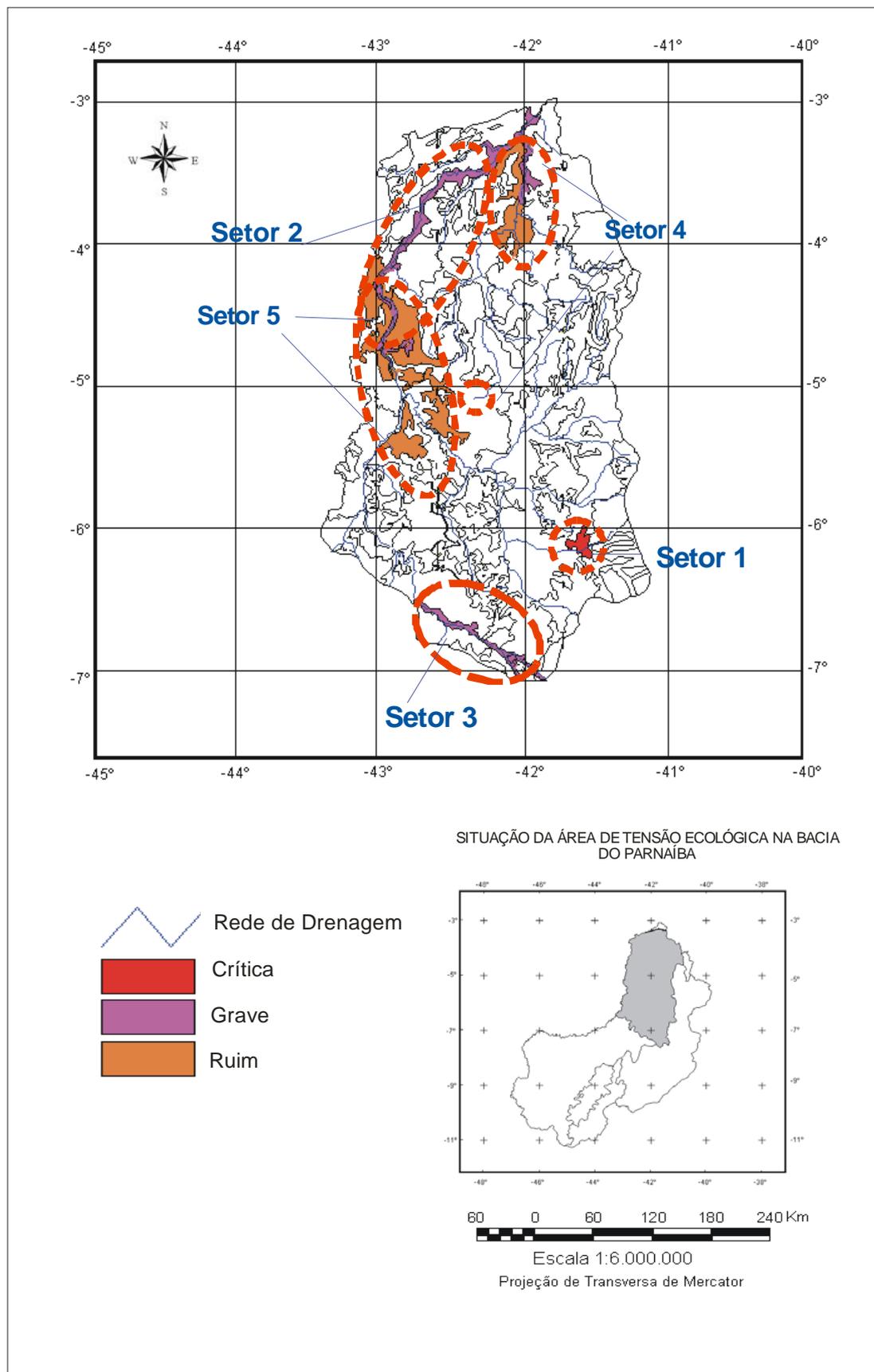


Figura 33 - Situação Ambiental e Sub-bacias da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.

Adaptado pelo autor (2007), conforme as fontes: IBGE (2002) e Rivas (1996).

No quadro 7, discriminar-se-á os cursos d'água e nascentes envolvidos nos ambientes de situação crítica, grave e ruim da área de estudo.

Setor	Sub-bacias hidrográficas e nascentes	Situação Ambiental	Municípios
<i>Setor 1</i>	Alto curso e nascente do rio Sambito	Crítica	Pimenteiras
	Rio Sambito	Crítica	Lagoa do Sítio
<i>Setor 2</i>	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Teresina
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	União
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Coelho Neto - MA Duque Bacelar - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Buriti - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Brejo - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Milagres do Maranhão - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Santa Quitéria do Maranhão - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	São Bernardo - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Grave	Magalhães Almeida - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Caxias - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Timon - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Teresina
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	União
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Coelho Neto
	Baixo curso do rio Parnaíba e nascente do rio Piranhas	Ruim	Miguel Alves
	Médio curso do rio Parnaíba	Ruim	Currulinhos
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Demerval Lobão
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Pau D'Arco do Piauí
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Monsenhor Gil
Baixo curso do rio Poti	Ruim	Lagoa do Piauí	
<i>Setor 3</i>	Médio curso do rio Canindé	Grave	Wall Ferraz
	Médio curso do rio Canindé	Grave	Colônia do Piauí
	Médio curso do rio Canindé	Grave	Oeiras
<i>Setor 4</i>	Baixo curso do rio Longá	Grave	Buriti dos Lopes
	Baixo curso do rio Longá	Grave	Caraúbas do Piauí
	Baixo curso do rio Longá	Grave	Bom Princípio do Piauí
	Baixo curso do rio Longá	Ruim	Esperantina
	Baixo curso do rio Longá	Ruim	Brasileira
	Baixo curso do rio Longá	Ruim	Batalha
	Alto curso e nascente do rio Longá	Satisfatória	Alto Longá

Continuação

Setor 5	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Caxias - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Timon - MA
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Teresina
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	União
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Coelho Neto
	Baixo curso do rio Parnaíba	Ruim	Miguel Alves
	Médio curso do rio Parnaíba	Ruim	Currálinhos
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Demerval Lobão
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Pau D'Arco do Piauí
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Monsenhor Gil
	Baixo curso do rio Poti	Ruim	Lagoa do Piauí

Quadro 7 – Setores com Prioridades para Conservação na Área de Estudo

Fonte: Rivas (1996), IBGE (2002) e Mapa hidrográfico e principais obras hídricas do Estado do Piauí (2003), cedido pela SEMAR em convênio com DNOCS/ANA/MMA.

5.4 Unidades de Conservação e Áreas de Paisagem Relevante com Potencial para o Turismo na Área de Estudo

A discussão sobre unidades de conservação será realizada a partir da identificação desses espaços protegidos nos ambientes de situação crítica, grave e/ou ruim da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. A figura 34 mostra a localização das unidades de conservação na região de estudo.

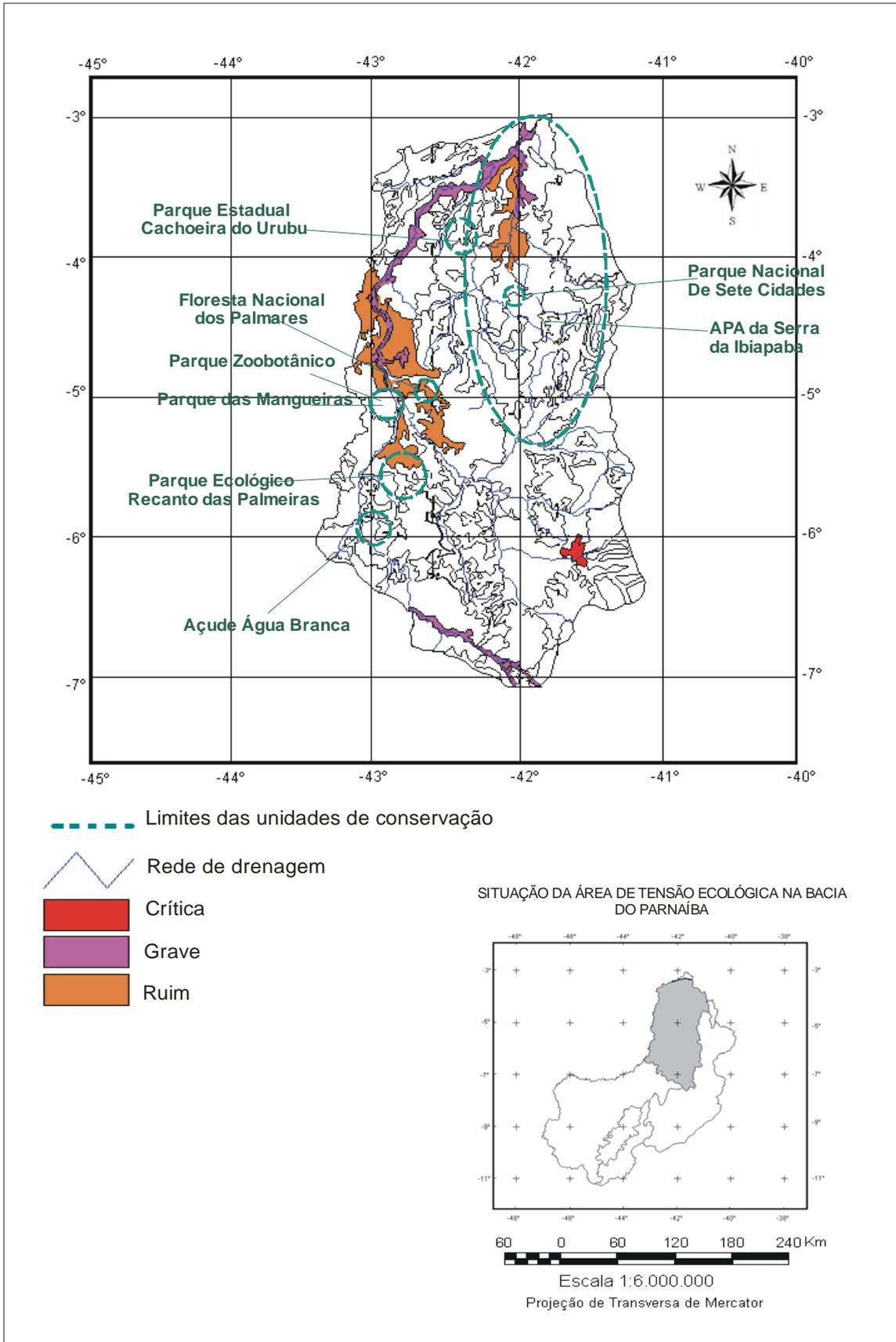


Figura 34 - Localização das Unidades de Conservação na Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.
Adaptado pelo autor (2006), conforme as fontes: IBGE (2002) e Rivas (1996).

O Parque Nacional de Sete Cidades está circunscrito no ambiente de situação tolerável correspondendo a unidades heterogêneas, onde a vulnerabilidade ambiental varia de muito fraca a muito forte e sujeita à agropecuária de subsistência e extrativismo vegetal.

Já Área de Proteção Ambiental da Serra da Ibiapaba se encontra em áreas de situação satisfatória, tolerável, ruim e grave. Nessa área compreende ambientes com vulnerabilidade natural fraca a muito forte, sujeitos a pressões decorrentes do extrativismo vegetal, pecuária extensiva, agropecuária de subsistência e agricultura comercial.

A Floresta Nacional dos Palmares, localizado no Município de Altos, apresenta um ambiente com situação estabilizada que corresponde a ambientes de vulnerabilidade natural fraca a moderada submetidos a uma pressão pouca impactante como extrativismo.

O quadro 8 expõe a criação, a área e os municípios envolvidos nas unidades de conservação de âmbito federal da área de estudo.

Nome da Unidade de Conservação	Criação	Administração da Unidade	Área (hectare)	Município(s) Envolvido(s)
Parque Nacional de Sete Cidades	1961	Federal - IBAMA	6.221,00	Piripiri e Piracuruca
APA da Serra da Ibiapaba	1996	Federal - IBAMA	1.242.925,11	25 municípios envolvidos no PI
Floresta Nacional dos Palmares	2005	Federal - IBAMA	170,00	Altos

Quadro 8 - Unidades de Conservação de Âmbito Federal da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba

Fonte: IBAMA/SEMAR/SDU – 2006

Conforme esse quadro, observa-se que há a necessidade de criar mais unidades de conservação a nível federal, haja vista, que o número desses espaços protegidos são pequenos, o número de funcionários são pequenos nas unidades de conservação, a falta de monitoramento de unidades e outras afetam o planejamento e gestão ambiental nas áreas protegidas.

No quadro 9 verifica-se que as unidades de conservação estadual, na área de estudo, indicam o número e o tamanho territorial muito pequeno de áreas protegidas nos municípios de Teresina, Esperantina e Batalha.

Nome da Unidade de Conservação	Criação	Administração da Unidade	Área (hectare)	Município(s) Envolvido(s)
Parque Zoobotânico	1973	Estadual - SEMAR	136,00	Teresina
Parque Ecológico Cachoeira do Urubu	1997	Estadual - SEMAR	7,54	Esperantina e Batalha
Parque das Mangueiras	2002	Estadual - SEMAR	45,96	Teresina

Quadro 9 - Unidades de Conservação de Âmbito Estadual da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba

Fonte: IBAMA/SEMAR/SDU - 2006

Os parques estaduais estão localizados no ambiente de situação ruim apresentando uma unidade ambiental com a vulnerabilidade muito fraca a forte, sujeitos à atividade de agropecuária de subsistência.

No quadro 10 verifica-se as unidades de conservação no âmbito municipal na região envolvida que se encontra em ambientes de vulnerabilidade natural fraca a moderada, sujeitos ao extrativismo e pecuária extensiva. Nesse sentido, o que se pode apontar é a insuficiência de informações sobre a criação e a extensão territorial das áreas protegidas.

Nome da Unidade de Conservação	Criação	Administração da Unidade	Área (hectare)	Município(s) Envolvido(s)
Açude Água Branca	-	Municipal - PMAB	-	Água Branca
Parque Ecológico Recanto das Palmeiras	-	Municipal - PMMG	-	Monsenhor Gil

Quadro 10 - Unidades de Conservação de Âmbito Municipal da Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba

Fonte: IBAMA/SEMAR/SDU - 2006

De acordo com o quadro 11 detecta-se que as RPPN's são espaços protegidos legalmente gerenciados pela propriedade particular sob jurisdição do IBAMA e que devem ser estabelecidos à criação de mais RPPN's na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba como contribuição para a conservação dos recursos naturais.

Nome da unidade de conservação	Criação	Administração da unidade	Área (hectare)	Município(s) envolvido(s)
RPPN Santa Maria de Tapuã - Teresina	-	Particular - IBAMA	200,00	Teresina
RPPN Fazenda Centro	-	Particular - IBAMA	109,00	Buriti dos Lopes

Continua

RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades	-	Particular - IBAMA	579,00	Altos
RPPN Fazenda Marvão	-	Particular - IBAMA	5.096,86	Castelo do Piauí

Quadro 11 - Unidades de Conservação Particulares na Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba

Fonte: IBAMA/SEMAR/SDU - 2006

Atualmente, o governo federal considera as unidades de conservação no âmbito federal, estadual, municipal e privado como áreas com atenção especial para conservação dos recursos naturais pelo Programa de Desenvolvimento Florestal criado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Diante desse programa, o governo estadual em parceria com o federal tem como prioridade a implantação do Plano Estadual de Áreas Protegidas, com apoio do setor privado, organizações não-governamentais e a sociedade civil, objetivando a delimitação e georreferenciamento das unidades como Parque Nacional de Sete Cidades, Floresta Nacional dos Palmares, Parque Estadual Ecológico da Cachoeira do Urubu, Parque das Mangueiras, Parque Zoobotânico e em todas unidades de conservação do Estado do Piauí.

Além dessas áreas prioritárias merecem ser destacadas como preferênciais para conservação: Serra de Santo Antônio (Campo Maior – PI), Pedra do Castelo (Castelo do Piauí – PI), Cânion do Poti (Castelo do Piauí – PI) e Serra dos Matões (Pedro II). Apesar de não estarem localizadas em ambientes de situação ruim, grave e crítica ressalta-se a importância da discussão sobre o potencial do turismo nessas áreas. Veja na figura 35 as áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo.

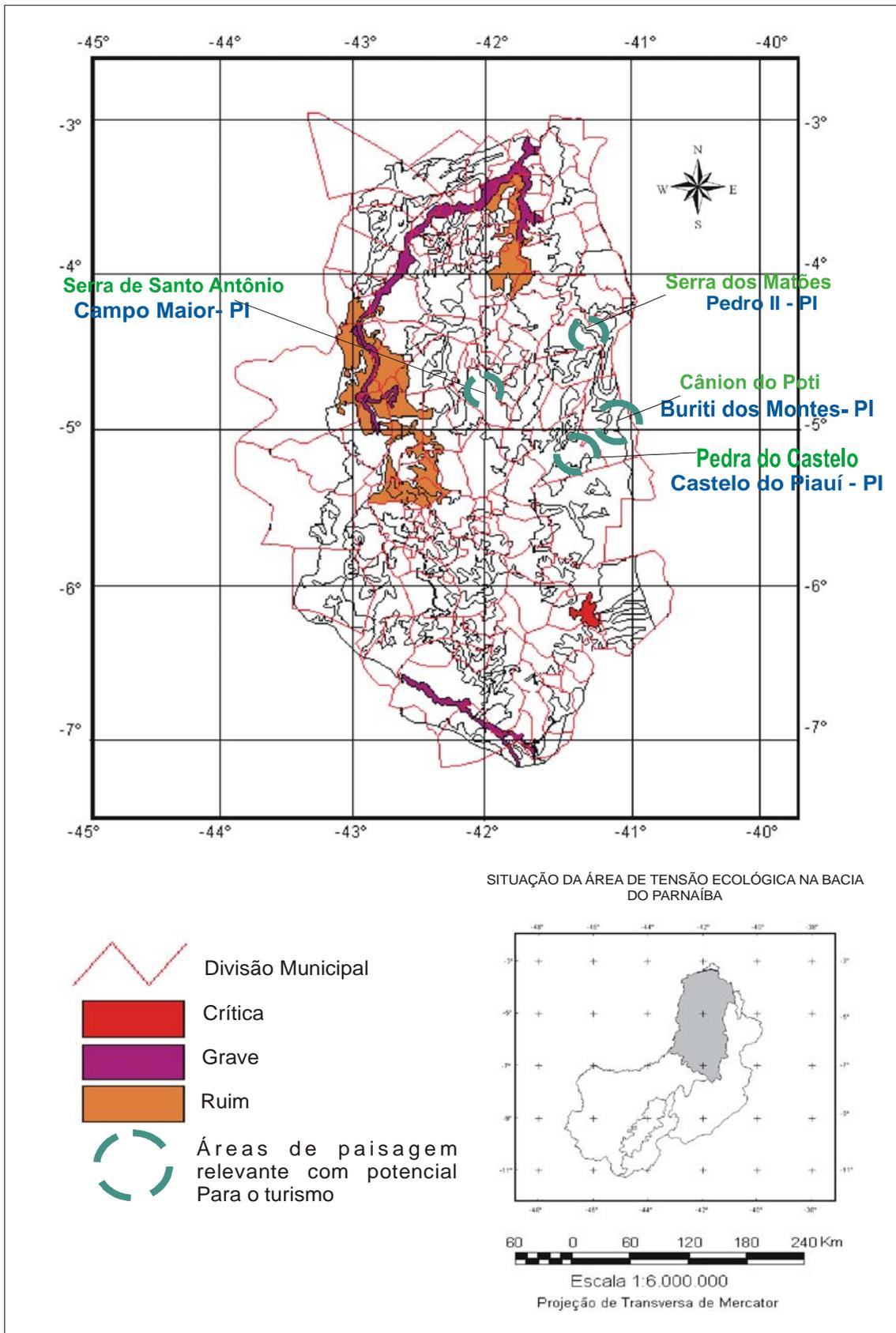


Figura 35 - Áreas de Paisagem Relevante com Potencial para o Turismo na Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba.

Adaptado pelo autor (2007), conforme as fontes: IBGE (2002) e Rivas (1996).

A Serra de Santo Antônio, localizada no Município de Campo Maior – PI, apresenta formações geológicas diferentes e está situada na interface dos afloramentos Longá, Poti, Pimenteiras e Cabeças.

Compreende a formações de folhelhos e siltitos marrons, cinza-escuros marrons e pretos micáceas em níveis de eólitos piritosos com intercalações de arenitos, principalmente no topo, denominando de afloramento Pimenteiras. Oferece, também, grande reserva de água, pois, considerando-se toda a sua área de ocorrência, cerca de 3 milhões de metros cúbicos de águas pluviais nela se infiltram anualmente, sendo sua reserva permanente de 22 milhões de metros cúbicos, podendo ser explorados anualmente em torno de 3 milhões de metros cúbicos, valor este que corresponde à sua vazão de escoamento natural (GOÉS e FEIJÓ, 1994).

Com essas características geológicas, a Serra de Santo Antônio apresenta belas paisagens seguidas de quedas d'água e uma rica biodiversidade no seu entorno. Devido à sua estrutura, os visitantes praticam esportes radicais como rapel e trilhas ecológicas, sendo uma área bastante propícia a modalidades esportivas.

A Serra dos Matões está situada no Município de Pedro II e cercada por sedimentos da Formação Longá, Cabeças, Pimenteiras e Serra Grande. Apresenta folhelhos e siltitos cinza-escuros e associados e com níveis de oolitos ferruginosos ou carbonáticos, fosfáticos; arenito creme e esbranquiçado, fino a médio com estratificação cruzada e camadas de conglomerados na base (CPRM, 1998).

O comportamento hidrogeológico propicia condições favoráveis ao aproveitamento desses recursos a partir de bons aquíferos, geralmente bem definidos, onde se destacam, na Bacia do Poti, os da formação Serra Grande e Cabeças. O aquífero Serra Grande é o mais importante da Bacia do Parnaíba, pela sua constituição litológica e posição estratigráfica que favorecem o armazenamento de grande parte da água que chega à sua área, oferecendo extensas áreas de artesianismo (LIMA, 1982).

Devido às suas potencialidades naturais a Serra dos Matões vem se tornando como uma das principais rotas turísticas do Piauí e oferece aos visitantes a exploração de trilhas ecológicas, prática de rapel e passeios com direito a banhos em cachoeiras e riachos na região.

O Cânion do Poti situado no Município de Buriti dos Montes possui diferentes formações rochosas, localizado entre as serras por onde o rio Poti percorre. Apresenta afloramentos geológicos como Formação Pimenteiras, Cabeças, Longá e Serra Grande. Caracteriza-se por constituir espessas camadas de folhelho cinza-escuro a preto; arenito fino a médio; folhelho e siltito cinza-médio e arenito branco, fino e argiloso; arenito creme e esbranquiçado; arenito cinza-esbranquiçado, intercalado e interlaminado com folhelho e siltito, fino a médio e bem selecionado. O Cânion do Poti está associado aos contatos de arenitos devonianos e carboníferos com diques e sills de diabásio (LIMA, 1982).

O Cânion do Poti apresenta um bom aquífero devido a sua constituição litológica e posição estratigráfica que favorece o armazenamento de grande parte da água que chega à sua área, oferecendo extensas áreas de artesianismo (GOÉS e FEIJÓ, 1994). Em toda a sua extensão existem registros de sítios arqueológicos nas formações rochosas.

Essa área com grande potencial turístico têm despertado o interesse do governo estadual em criar um Parque Municipal permitindo, para as futuras gerações a exploração da atividade turística, a preservação da mata ciliar, dos ecossistemas e das belezas naturais situadas as margens do Cânion do Poti.

A formação Pedra do Castelo localiza-se no município de Castelo do Piauí e compreende as Formação Pimenteiras, Cabeças, Longá e Serra Grande. Consiste em arenito esbranquiçado, fino a médio com estratificação cruzada; folhelhos e siltitos; e arenito creme e esbranquiçado, com camadas de conglomerados na base. O município de Castelo do Piauí está associado aos contatos de arenitos devonianos e carboníferos com diques e sills de diabásio (LIMA, 1982).

A hidrogeologia da Pedra do Castelo oferece uma grande reserva de águas subterrâneas em função de sua litologia e posição estratigráfica (citada anteriormente) ocorre o armazenamento de águas pluviais. As formações rochosas chamam atenção dos visitantes pela sua beleza cênica e natural e têm se destacado como uma das atrações turísticas do Piauí (LIMA, 1982).

Atualmente existe um projeto de criação do Parque Municipal da Pedra do Castelo, permitindo não apenas a exploração do turismo, mas a preservação de um território rico em ecossistemas e belezas naturais.

Conforme o trabalho realizado pelo CODEVASF (2006) sobre a gestão territorial e ambiental da Bacia do Parnaíba aborda que a Serra de Santo Antônio e Serra dos Matões são considerados como áreas prioritárias de importância biológica extremamente alta. Apesar de que as outras áreas não estão sendo citadas pelo CODEVASF (2006), ressalta-se a execução de uma política de aproveitamento econômico racional dos recursos naturais no Cânion do Poti e na Pedra do Castelo.

5.5 Recomendações sobre a Conservação Ambiental

As discussões sobre a região de estudo indicaram setores para fins de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial turístico, utilizando as informações sobre IBAMA/SEMAR/SDU (2006), IBGE (2002), CPRM (1998), Rivas (1996), Góes e Feijó (1994) e Lima (1982) com objetivo de estabelecer um planejamento e gestão ambiental.

Os setores para fins de conservação, as unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo têm como finalidade fornecer instrumentos de gestão sustentável dos recursos naturais, tais como: atualizar, elaborar e executar planos de gestão de unidades de conservação; implantar unidades gestoras de recursos hídricos em toda área envolvida; criar conselhos gestores de unidades de conservação; implantar um sistema de monitoramento e controle do uso da terra e da água; implantar programas de Educação ambiental; difundir tecnologias apropriadas para as condições ambientais em diferentes geofácies; aprofundar estudos sobre a conservação dos recursos naturais e zoneamentos ambientais e reflorestar as matas ciliares nos cursos d'água e nascentes envolvidas na área em questão.

Ressalta-se que essas recomendações, citadas anteriormente, devem contribuir para melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem nos ambientes de situação crítica, grave e ruim e assegurará a permanência e a sobrevivência das comunidades biológicas da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a Geografia vem utilizando o zoneamento geoambiental como instrumento de planejamento que visa à ordenação territorial do uso dos espaços segundo as suas características físicas e humanas (recursos naturais, qualidade ambiental, análise socioeconômica, padrões de uso da terra e recursos hídricos).

A realização do zoneamento geoambiental é importante para orientar o poder público e a sociedade quanto ao planejamento da ocupação racional do espaço territorial e o uso sustentável dos recursos naturais. Desse modo, o zoneamento em seu processo de elaboração, classifica os elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico segundo suas potencialidades e fragilidades. No viés político, serve para integrar as políticas públicas, aumentando sua eficácia, pois é uma ferramenta de negociação entre as várias esferas de governo, setor privado e sociedade civil, estimulando o aproveitamento econômico racional dos recursos naturais. Os zoneamentos possibilitam a elaboração de diretrizes, normas e padrões ambientais para subsidiar a indicação de ações de planejamento e gestão territorial e ambiental.

O Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba coordenado por Rivas (1996) mostra a realidade geoambiental segundo as compartimentações naturais, dinâmica ambiental, uso da terra e situação do ambiente da área de tensão ecológica da parte setentrional, fornecendo elementos básicos para as discussões sobre a conservação na área de estudo.

Esta pesquisa apresentou a importância do zoneamento geoambiental como um instrumento para o planejamento e gestão ambiental com vistas à conservação ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba. Levantou elementos necessários para o planejamento e o uso sustentável dos recursos naturais, mediante a elaboração e análise de mapas digitais sobre divisão municipal, situação ambiental e bacias hidrográficas, procurando indicar setores prioritários para fins de estudos de conservação.

A idéia de geossistemas é baseada nos zoneamentos ambientais. Os geossistemas são elementos de integração na síntese geográfica com vistas à compreensão dos efeitos no ambiente de ordem natural e humana. A realização do estudo sobre geossistema é fornecer

conhecimentos sobre o funcionamento da natureza, permitindo desta forma o planejamento para o uso racional do espaço geográfico.

A primeira etapa nos estudos de Zoneamento Geoambiental compreende a compartimentação da área de estudo (regiões fitoecológicas, geossistemas e geofácies), servindo como um caminho integrador de diversos temas abordados como cursos d'água, nascentes, unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo etc.

Para tanto, a identificação, a análise e a representação cartográfica dos geossistemas sobre os elementos da conservação ambiental como os cursos d'água, nascentes, unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo, tornam-se verdadeiros instrumentos da Geografia que visam compreender as estruturas, os processos, as formas e as funções ambientais da área de estudo.

A presente pesquisa analisou a conservação ambiental mediante as definições sobre os ambientes de situação estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba adotada por Rivas (1996). A setorização de áreas prioritárias para fins de conservação, os municípios envolvidos nas áreas de situação ambiental crítica, grave e ruim, a identificação e caracterização dos cursos d'água e nascentes nos ambientes de situação crítica, grave e ruim, o levantamento e a discussão sobre as unidades de conservação e a indicação de áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo, segundo CPRM (1998), GOÉS e FEIJÓ (1994) e LIMA (1982).

A partir do cruzamento das variáveis como situação ambiental, municípios, bacias, unidade de conservação e área de paisagem relevante com potencial para o turismo, foi estabelecida uma setorização na área de tensão ecológica baseada nas características sócio-ambientais, mostrando as limitações, a dinâmica e as potencialidades dos setores com finalidades ao aproveitamento racional econômico dos recursos naturais.

O estudo do Macrozoneamento Geoambiental da Bacia do Parnaíba definiu a área de estudo em ambientes com situação estabilizada, satisfatória, tolerável, ruim, grave e crítica. O cruzamento das variáveis, citados anteriormente, foram apontados cinco setores com prioridades para conservação na área de estudo, onde a situação do ambiente foi classificada como crítica, grave e ruim: Cabeceiras do rio Sambito (setor 1: situação crítica), médio e

baixo curso do rio Parnaíba (setor 2: situação grave), médio e baixo curso do rio Canindé (setor 3: situação grave), curso do rio Longá (setor 4: situação ruim) e terraços fluviais situados entre o médio e baixo curso do rio Parnaíba (setor 5: situação ruim).

A maioria das unidades de conservação se encontram em ambientes de situações estabilizada, satisfatória e tolerável, sendo que apenas três unidades como Parque Zoobotânico, Parque das Mangueiras e Parque Ecológico Cachoeira do Urubu se localizam no ambiente de situação ruim (setor 4 e 5).

As áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo como Serra de Santo Antônio (Campo Maior – PI), Pedra do Castelo (Castelo do Piauí – PI), Cânion do Poti (Buriti dos Montes – PI) e Serra dos Matões (Pedro II – PI) não estão localizadas em ambientes de situação crítica, grave e ruim. O trabalho desenvolvido pelo CODEVASF (2006) sobre a gestão territorial e ambiental da Bacia do Parnaíba aponta que a Serra de Santo Antônio e Serra dos Matões são consideradas como áreas prioritárias de importância biológica extremamente alta. Apesar de que as outras áreas não estão sendo citadas pelo CODEVASF (2006), ressalta-se a adoção de medidas conservacionistas visando o uso sustentável dos recursos naturais no Cânion do Poti e na Pedra do Castelo ambos situados nos Municípios de Buriti dos Montes e Castelo do Piauí.

Desse modo, a pesquisa constatou que o zoneamento geoambiental e a aplicação das técnicas da cartografia digital foram fundamentais para indicação de setores prioritários para conservação, como municípios, cursos d'água, nascentes, unidades de conservação e áreas de paisagem relevante com potencial para o turismo, fornecendo elementos para o aprofundamento e o desenvolvimento de estudos futuros ao Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), ao Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal (BIOTEN), a Conservação Internacional (Brasil), ao poder público, a sociedade civil e ao setor privado, acerca do aproveitamento racional dos recursos naturais e da qualidade de vida das pessoas que vivem na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

REFERÊNCIAS

ADH. **Atlas de Desenvolvimento Humano**. PNUD, 2000.

ALMEIDA, J.R. de. (et. al). **Planejamento Ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade um desafio**. 2º ed. Rio de Janeiro: Thex Ed, 1993. 180p.

ALTOS. **Lei Orgânica de Altos (art. 167, § 1º a 4º) Capítulo de Meio Ambiente**. Altos: 1998.

ALTOS. **Lei nº 58, 9 de outubro de 2001**. Altos: 2001.

ALTOS. **Decreto nº 12, 15 de janeiro de 2002**. Altos: 2002.

AQUINO, C. M. S. de. **Suscetibilidade Geoambiental das Terras Secas do Estado do Piauí à Desertificação**. Dissertação (Mestrado) – Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002. 157p.

ARAÚJO, J.L.L. (coord). **Atlas Escolar do Piauí: geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Editora Grafset, 2006. 202p.

BAPTISTA, J. G. **Nascentes de um rio**. Teresina – PI: Março. 1971. 31p.

BAPTISTA, J. G. **Geografia Física do Piauí**. 2 ed. Revisão e aumentada. Teresina-PI: COMEPI, 1981. 366p.

BAPTISTA, J.G. **Geografia Física do Piauí**. 3 ed. 1ºVolume: As terras. Academia Piauiense de Letras. Teresina-PI: 1989. 112p.

BARRAS. **Lei nº 475, 9 de outubro de 2001**. Barras: 2001.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Trad. GUIMARAES, F. M. 2 ed. Brasília: Petrópolis, Vozes, 1975. 351p.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. Traduzida por OLGA CRUZ, Publicado no Brasil no *Caderno de Ciências da Terra no Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo*, n.13, 1972. n. 8. Editora UFPR. Curitiba: 2004. 141-152p.

BIM. **Bases de Informações Municipais**. IBGE, 2000.

BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A. S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: VITTE, A. C & GUERRA, A. J. T. (orgs). *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 153-188p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 05 de outubro de 1988**. Brasília: 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998. Lei dos Crimes Ambientais**. Brasília: 1998.

BRASIL. **Lei 9.985, 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Brasília: 2000.

BRASIL. **Lei nº 4.771, 05 de setembro de 1965. Código Florestal**. Brasília: 1965.

BRASIL. **Lei nº 6.938, 21 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)**. Brasília: 1981.

BRASIL. **Lei nº 9.795, 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)**. Brasília: 1999.

BURITI DOS LOPES. **Lei nº305, 14 de março de 2001**. Buriti dos Lopes: 2001.

BURITI DOS LOPES. **Lei nº 314, 11 de abril de 2002**. Buriti dos Lopes: 2002.

CAMARGO, A., CAPOBIANCO, J.P.R., OLIVEIRA, J.A.P. de. (orgs). **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós – Rio 92**. 2ed. rev. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004. 471p.

CLARK, L. **Carta Linx 4.2**. Clark University. USA: 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ªedição. São Paulo: Edgar Blücher, 1997. 189p.

CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS). **Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão**. Teresina: CPRM, Novembro/1998.

CODEVASF (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA). **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba**. Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda, 2006. 250p.

CORRENTE. **Lei Orgânica de Corrente (art. 119 a 122). Capítulo de Meio Ambiente**. Corrente: 1997.

COSTA, N. L., NOU, E. A. V. (coords). **Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco: sub bacias do oeste baiano e sobradinho**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 111p.

Diário Oficial da União – Seção 3. Nº 231, sexta-feira, 2 de dezembro de 2005. *ISSN 1677-7069*. 139.

EARTH, V. **Google Earth**. EUA. Kansas: 2007.

ESRI. **Arc View. GIS. 3.2a.** Environmental Systems Research Institute, Inc. New York: 1999.

FLORIANO. **Lei nº141, 16 de junho de 1997.** Floriano: 1997

FLORIANO. **Lei nº 211, 5 de junho de 1999.** Floriano: 1999.

FRANCO, M. de A. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável.** São Paulo: Annablenme: Fapesp, 2001. 296p.

GATTO, L. C. S. (coord). **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe.** Salvador: IBGE, 1999. 80p.

GÓES, A. M. O., FEIJÓ, F. J. **Bacia do Parnaíba.** B. Geoci. Petrobrás. Rio de Janeiro, 8 (1): jan/mar. 1994. 57 – 67p.

GONÇALVES, R. do N. (coord). **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha.** Salvador: IBGE, 1997. 66p.

GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003. 652p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Demográfico – 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Mapa de Divisão Municipal do Estado do Piauí.** Teresina - PI: IBGE, 2002. [Teresina]. 2002. Escala 1:2.000.000. Projeção Transversa de Mercator.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Mapa de Divisão Municipal do Estado do Maranhão.** Teresina - PI: IBGE, 2002. [Teresina]. 2002. Escala 1:2.000.000. Projeção Transversa de Mercator.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS). **Planejamento e Políticas Públicas.** Vol 1. nº 7, São Paulo: julho de 1992. 27-37p.

LIMA, I. M. de. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1982, 106p.

MARCONDES, S. **Brasil Amor à Primeira Vista! Viagem Ambiental no Brasil do Século XVI a XXI.** São Paulo: Peirópolis, 2005. 344p.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e Meio Ambiente.** 8 ed. São Paulo: Contexto, 2005. 80p.

MONTES, M. L. (coord). **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão.** Salvador: IBGE, 1997. 44p.

MOREIRA, H. L. (coord). **Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 178p.

OEIRAS. **Lei Orgânica de Oeiras (art 158 a 161). Capítulo de Meio Ambiente**. Oeiras: 2000.

OEIRAS. **Decreto nº 5, 13 de novembro de 2000**. Oeiras: 2000.

OLIVEIRA, J. B. de. (Coord.) **Zoneamento Geo-ambiental da Região de Canindé**. Relatório Técnico do Projeto de Pesquisa PDCT/CE - 21. Fortaleza: 1987. 110p.

OLIVEIRA, J.B. de. **Zoneamento Geo-ambiental do Estado do Ceará: Estudos de Áreas do Sertão Central**. Tese submetida ao concurso para professor titular do Departamento da Biologia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: 1989. 140p.

PARNAÍBA. **Lei Orgânica de Parnaíba (art. 88 a 91). Capítulo de Meio Ambiente**. Parnaíba: 1994.

PARNAÍBA. **Lei nº 1447, 14 de julho de 1994**. Parnaíba: 1994.

PIAUI. **Constituição Estadual do Piauí, 05 de outubro de 1989**. Teresina: 1989.

PIAUI. **Lei 4.854, 10 de julho de 1996. Política Estadual do Meio Ambiente do Piauí**. Teresina: 1996.

PIAUI. **Lei 5.165, 17 de agosto de 2000. Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí**. Teresina: 2000.

PROJETO DE PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE E DAS COMUNIDADES INDÍGENAS (PMACI I). **Diagnóstico Geoambiental e Sócio - Econômico: área de influencia da BR - 364 Trecho Porto Velho/Rio Branco**. Rio de Janeiro: IBGE/IPEA. 1990. 132p.

QUEIROZ, T. de J. M. **Economia Piauiense da Pecuária ao Extrativismo**. 2 ed. Teresina: EDUFPI. 1998. 60p.

RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. *Revista do Departamento de Geografia*. USP. São Paulo: 2001. 69-77p.

RIVAS, M. P. (coord). **Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996. 111p.

SANTANA, R. N. M. de. **Evolução histórica da economia piauiense**. 2 ed. Teresina: 2001. 133p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: oficinas de textos, 2004. 184p.

SÃO RAIMUNDO NONATO. **Lei nº. 5, 13 de outubro de 1998.** São Raimundo Nonato: 1998.

SÃO RAIMUNDO NONATO. **Lei nº 6, 13 de outubro de 1998.** São Raimundo Nonato: 1998.

SÃO RAIMUNDO NONATO. **Decreto nº 13, 10 de dezembro de 1998.** São Raimundo Nonato: 1998.

SEMAR (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS). **Mapa Hidrográfico e principais obras hídricas do Estado do Piauí cedido pela SEMAR** em convênio com DNOCS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA-SECAS/ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS)/MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).[Teresina].2003. Escala 1:2.000.000. Projeção Transversa de Mercator.

SOARES FILHO, B. S. **Cartografia Assistida por Computador – conceitos e métodos.** Curso de Especialização em Geoprocessamento. Depart. de Cartografia Centro Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 20p.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos.** 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 560p.

TERESINA. **Lei nº 1.932, 16 de agosto de 1988. Plano Diretor (1988).** Teresina: 1988.

TERESINA. **Lei nº 2.475, 04 de julho de 1996. Política Municipal de Meio Ambiente.** Teresina: 1996.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91p.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** 3 ed. Rio Claro: UNESP, 1989. 258p.

URBAN, T. **Saudade do Matão: Relembrado a História da Conservação da Natureza no Brasil.** Curitiba: UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Fundação MacArthur, 1998. 374p.

YOUNG, C.E.F., CANEPA, E.M e LUSTOSA, M.C.J. **Política Ambiental.** IN: VINHA, V. da; LUSTOSA, M.C., MAY, P.H (orgs). **Economia do Meio Ambiente.** Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora Campus. Elsevier, 2003. 135-153p.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

APÊNDICES

Municípios	Ano de Emancipação	Área (Km²)	Densidade hab/km²	Municípios Inseridos Parcialmente na Área de Tensão Ecológica	Municípios Inseridos Totalmente na Área de Tensão Ecológica
Agricolândia	1962	99,2	53,8		X
Água Branca	1954	90,2	160,9		X
Alto Longá	1938	1.667,0	7,2		X
Altos	1922	1.311,8	29,8		X
Amarante	1871	1.336,8	12,6		X
Angical do Piauí	1954	212,3	32,0		X
Aroazes	1962	869,3	6,9		X
Arraial	1963	658,0	7,5		X
Barra D'Alcântara	1997	316,9	13,0		X
Barras	1889	1.775,7	23,0		X
Barro Duro	1938	1.553,8	15,5		X
Batalha	1925	805,2	12,0		X
Beneditinos	1997	340,1	15,2		X
Boa Hora	1997	284,5	19,5		X
Bom Princípio do Piauí	1993	909,7	8,1		X
Boqueirão do Piauí	1820	1.060,1	26,0		X
Brasileira	1938	526,6	35,3		X
Brejo - MA	1993	2.296,0	3,2		X
Buriti	1993	672,5	12,6		X
Buriti dos Lopes	1997	556,8	4,8		X
Buriti dos Montes	1997	436,1	13,2		X
Cabeceiras do Piauí	1889	1.664,4	25,9		X
Cajazeiras do Piauí	1956	535,3	18,8		X
Campo Largo do Piauí	1938	2.246,8	8,1		X
Campo Maior	1997	498,4	8,3	X	

Capitão de Campos	1947	918,6	26,3		X
Caraúbas do Piauí	1997	315,2	13,5	X	
Castelo do Piauí	1997	212,9	17,9		X
Caxias	1931	976,1	43,2		X
Caxingó	1993	587,2	6,0		X
Cocal	NÃO CONSTAM DADOS				X
Cocal de Telhas	1997	357,3	10,2		X
Cocal dos Alves	1963	229,1	12,6		X
Coelho Neto - MA	1962	193,4	5,1	X	
Coivaras	1954	310,0	30,3		X
Colônia do Piauí	1954	1.323,4	11,3		X
Currálinhos	1961	256,7	20,5		X
Demerval Lobão	1963	627,0	8,4		X
Dom Expedito Lopes	1963	279,0	13,3		X
Domingos Mourão	1954	1.027,4	14,0		X
Duque Bacelar - MA	1960	488,2	17,2	X	
Elesbão Veloso	1993	471,3	8,4		X
Esperantina	1997	650,4	12,6	X	
Francinópolis	1960	762,7	17,1		X
Francisco Ayres	1997	164,1	26,5		X
Hugo Napoleão	1924	1.639,9	20,0		X
Inhuma	1997	842,2	5,3		X
Ipiranga do Piauí	1993	267,9	25,6		X
Jardim do Mulato	1997	456	7,6		X
Jatobá do Piauí	1997	183,7	31,6		X
Joaquim Pires	1997	62,2	35,9		X
Joca Marques	1938	1.077,0	22,5	X	
José de Freitas	1938	735,9	32,7		X
Juazeiro do Piauí	1997	177,2	38,2		X
Lagoa Alegre	1952	574,6	22,7		X
Lagoa do Piauí	1953	235,2	41,3		X

Lagoa do São Francisco	1952	1.812,9	14,5		X
Lagoa do Sítio	1911	1.419,1	21,0		X
Lagoinha do Piauí	1963	100,4	15,6		X
Luís Correia	1997	1.188,9	5,8		X
Luzilândia	1963	559,4	18,4		X
Madeiro	1997	300,5	20,0		X
Magalhães Almeida - MA	1997	465,1	13,7		X
Matias Olímpio	1997	353,2	11,0		X
Matões - MA	1961	340,6	21,2		X
Miguel Alves	1997	547,1	5,8		X
Miguel Leão	1761	2.749,0	12,3	X	
Milagres do Maranhão	1997	219,3	10,4		X
Milton Brandão	1934	1.365,5	8,9		X
Monsenhor Gil	1997	492,4	8,9	X	
Morro do Chapéu do Piauí	1870	3.604,7	9,0		X
Murici dos Portelas	1993	1.018,8	4,1		X
Nossa Senhora de Nazaré	NÃO CONSTAM DADOS				X
Nossa Senhora dos Remédios	1854	1.957,0	18,5		X
Novo Oriente do Piauí	1954	4.564,2	2,5		X
Novo Santo Antonio	1832	2.134,8	11,6		X
Oeiras	1874	1.308,0	46,0		X
Olho D'Água do Piauí	1938	243,4	43,4		X
Palmeirais	1962	185,0	16,8		X
Paquetá	1934	1.271,9	13,7		X
Parnarama - MA	1956	615,3	9,4		X
Passagem Franca do Piauí	1993	1.020,5	3,3		X
Pau D'Arco do Piauí	1935	1.885,4	15,1		X
Pedro II	1993	352,8	14,8		X
Pimenteiras	1997	32,5	57,7		X
Piracuruca	1935	1.228,3	18,2		X
Piripiri	1954	648,6	5,2		X

Porto	1835	2.772,1	4,6		X
Prata do Piauí	1963	136,0	31,2		X
Regeneração	1997	1.090,7	4,5	X	
Santa Cruz do Piauí	1963	959,1	7,0	X	
Santa Cruz dos Milagres	1997	387,0	11,3		X
Santa Quitéria do Maranhão - MA	1997	200,2	28,6		X
Santa Rosa do Piauí	1956	1.370,1	2,8		X
Santo Antônio dos Milagres	1997	205,6	9,9		X
São Bernardo – MA	1930	5.305,6	3,5		X
São Félix do Piauí	1933	527,8	23,7		X
São Francisco do Maranhão	1993	992,8	9,1		X
São Gonçalo do Piauí	1997	418,9	5,5		X
São João da Fronteira	1832	1.679,8	425,2		X
São João da Serra	1890	1.720,5	74,7		X
São João da Varjota	1853	1.182,2	33,7		X
São João do Arraial	1889	1.334,9	14,8		X
São José do Divino	1961	227,4	19,7		X
São José do Piauí	1993	864,2	5,3		X
São Miguel da Baixa Grande	1997	470,7	10,2		X
São Miguel do Tapuio	1993	319,2	15,3		X
São Pedro do Piauí	1997	641,6	8,1	X	
Sigefredo Pacheco	1938	926,5	36,8		X
Tanque do Piauí	1888	1.409,10	17,1	X	
Teresina	1811	5.313,20	26,3	X	
Timon – MA	1962	139,2	48,8		X
União	1961	505,7	13,4		X
Valença do Piauí	1997	765,5	5,4	X	
Várzea Grande	1963	189,1	31,5	X	
Wall Ferraz	1997	273,0	14,6	X	
Fonte: Censo Demográfico – IBGE/2000					

**Quadro em Apêndice B - Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba:
População Residente, Segundo a Situação de Domicílio - 1991 e 2000.**

Municípios	1991				2000			
	Total	Urbana	Rural	Taxa Urbanização %	Total	Urbana	Rural	Taxa de Urbanização %
Agricolândia	5.457	3.623	1.834	66,39	5.340	3.942	1.398	73,82
Água Branca	12.323	10.887	1.436	88,35	14.517	13.075	1.442	90,07
Alto Longá	12.323	3.137	9.186	25,46	12.000	5.604	6.396	46,70
Altos	35.325	21.148	14.177	59,87	39.122	26.199	12.923	66,97
Amarante	16.528	8.323	8.205	50,36	16.884	8.916	7.968	52,81
Angical do Piauí	6.129	4.285	1.844	69,91	6.788	5.065	1.723	74,62
Aroazes	5.323	1.953	3.370	36,69	6.025	3.171	2.854	52,63
Arraial	5.280	1.622	3.658	30,72	4.909	2.495	2.414	50,83
Barra D'Alcântara	4.465	-	4.465	-	4.107	1.615	2.492	39,32
Barras	38.021	14.446	23.575	37,99	40.891	18.809	22.082	46,00
Barro Duro	20.439	6.469	13.970	31,65	24.127	7.930	16.197	32,87
Batalha	9.979	4.029	5.950	40,37	9.712	5.214	4.498	53,69
Beneditinos	4.058	-	4.058	-	5.170	1.023	4.147	19,79
Boa Hora	5.616	-	5.616	-	5.567	1.877	3.690	33,72
Bom Princípio do Piauí	9.133	-	9.133	-	7.366	2.926	4.440	39,72
Boqueirão do Piauí	24.094	8.452	15.642	35,08	27.513	10.656	16.857	38,73
Brasileira	17.469	7.776	9.693	44,51	18.598	9.332	9.266	50,18
Brejo - MA	6.992	-	6.992	-	7.284	1.845	5.439	25,33
Buriti	8.073	-	8.073	-	8.498	1.389	7.109	16,35
Buriti dos Lopes	2.461	-	2.461	-	2.667	866	1.801	32,47
Buriti dos Montes	5.474	-	5.474	-	5.743	1.044	4.699	18,18
Cabeceiras do Piauí	44.765	31.853	12.912	-	43.126	31.928	11.198	74,03
Cajazeiras do Piauí	10.161	4.639	5.522	45,65	10.036	5.641	4.395	56,21
Campo Largo do Piauí	18.743	8.277	10.466	44,16	18.339	9.242	9.097	50,40
Campo Maior	3.621	-	3.621	-	4.147	758	3.389	18,28
Capitão de Campos	22.683	7.652	15.031	33,73	24.150	10.647	13.503	44,09
Caraúbas do Piauí	5.492	-	5.492	-	4.248	2.234	2.014	52,59

Castelo do Piauí	4.307	-	4.307	-	5.155	1.334	3.821	25,88
Caxias	39.669	31.052	8.617	78,28	42.214	34.747	7.467	82,31
Caxingó	3.529	-	3.529	-	3.507	875	2.632	24,95
Cocal	NÃO CONSTAM DADOS							
Cocal de Telhas	4.459	-	4.459	-	3.641	797	2.844	21,29
Cocal dos Alves	10.192	7.790	2.402	76,43	12.489	10.254	2.235	82,10
Coelho Neto - MA	4.273	739	3.534	17,29	4.284	950	3.344	22,18
Coivaras	7.539	2.725	4.814	36,15	9.413	4.173	5.240	44,33
Colônia do Piauí	14.573	8.841	5.732	60,67	15.002	10.133	4.869	67,54
Curralinhos	5.311	2.462	2.849	46,36	5.254	3.122	2.132	59,42
Demerval Lobão	5.028	2.003	3.025	39,84	5.236	2.375	2.861	45,36
Dom Expedito Lopes	3.633	2.702	931	74,37	3.703	2.945	758	79,53
Domingos Mourão	13.174	5.561	7.613	42,21	14.426	6.614	7.812	45,85
Duque Bacelar - MA	7.525	3.951	3.574	52,50	8.428	4.923	3.505	58,41
Elesbão Veloso	4.311	-	4.311	-	3.990	1.169	2.821	29,3
Esperantina	4.254	-	4.254	-	4.314	657	3.657	15,23
Francinópolis	12.796	2.537	10.159	20,61	13.076	3.670	9.406	28,07
Francisco Ayres	3.634	-	3.634	-	4.349	1.188	3.151	27,82
Hugo Napoleão	29.451	13.712	15.739	46,56	32.858	18.110	14.748	55,12
Inhuma	3.010	-	3.010	-	4.523	970	3.553	21,45
Ipiranga do Piauí	5.527	-	5.527	-	6.849	2.337	4.512	34,12
Jardim do Mulato	3.149	-	3.149	-	3.488	939	2.549	26,92
Jatobá do Piauí	4.848	-	4.848	-	5.796	1.684	4.111	29,06
Joaquim Pires	2.977	639	2.338	21,46	2.231	1.033	1.198	46,30
Joca Marques	22.614	8277	14.337	36,60	24.253	10.297	13.956	42,46
José de Freitas	25.034	12.508	12.526	49,96	24.042	13.453	10.589	55,96
Juazeiro do Piauí	6.421	-	6.421	-	6.771	2.544	4.227	37,57
Lagoa Alegre	11.495	5.067	6.428	44,08	13.021	6.279	6.742	48,22
Lagoa do Piauí	8.422	3.435	4.987	40,79	9.727	4.210	5.517	43,28
Lagoa do São Francisco	25.318	5.246	20.072	20,72	26.433	9.479	16.954	35,86
Lagoa do Sítio	27.511	7.935	19.576	28,84	29.849	9.069	20.240	32,19
Lagoinha do Piauí	1.254	709	545	56,54	1.370	749	621	54,67
Luís Correia	5.800	-	5.800	-	6.900	1.609	5.291	23,32

Luzilândia	8.296	3.307	4.989	39,86	10.309	4.877	5.432	47,31
Madeiro	4.208	-	4.208	-	6.006	1.729	4.277	28,79
Magalhães Almeida - MA	6.390	-	6.390	-	6.375	1.002	5.373	15,72
Matias Olímpio	3.475	-	4.129	-	3.865	1.082	4.509	27,99
Matões - MA	6.077	1.948	4.129	32,06	7.214	2.705	4.509	37,50
Miguel Alves	3.259	-	3.259	-	3.155	307	2.848	9,73
Miguel Leão	32.072	16.002	16.070	49,89	33.910	19.629	14.281	57,89
Milagres do Maranhão	2.431	-	2.431	-	2.283	943	1.340	41,31
Milton Brandão	10.576	3.100	7.476	29,31	12.154	4.381	7,73	36,05
Monsenhor Gil	4.184	-	4.184	-	4.386	498	3.888	11,35
Morro do Chapéu do Piauí	31.332	7.671	23.661	24,48	32.469	11.007	21.462	33,90
Murici dos Portelas	4.709	-	4.709	-	4.195	2.314	1.881	55,16
Nossa Senhora de Nazaré	NÃO CONSTAM DADOS							
Nossa Senhora dos Remédios	34.377	16.391	17.986	47,68	47,68	20.917	15.284	57,78
Novo Oriente do Piauí	9.623	2.827	6.796	29,38	29,38	4.152	7.154	36,72
Novo Santo Antonio	20.514	14.202	6.312	69,23	69,23	17.881	6.905	72,14
Oeiras	57.125	39.341	17.784	68,87	68,87	43.537	16.617	72,38
Olho D'Água do Piauí	8.851	4.558	4.293	51,50	51,50	6.695	3.878	63,32
Palmeirais	2.710	1.760	950	64,94	64,94	2.390	727	76,68
Paquetá	16.226	11.017	5.209	67,90	67,90	13.241	4.230	75,79
Parnarama - MA	6.051	2.966	3.085	49,02	49,02	3.854	1.922	66,72
Passagem Franca do Piauí	3.596	-	3.596	-	-	1.737	1.597	52,10
Pau D'Arco do Piauí	20.852	6.712	14.140	32,19	32,19	11.499	16.651	40,85
Pedro II	5.382	-	5.382	-	-	3.452	1.771	66,09
Pimenteiras	1.170	-	1.170	-	-	622	1.254	33,16
Piracuruca	18.890	4.949	13.941	26,20	26,20	8.764	13.956	38,57
Piripiri	3.946	1.663	2.283	42,14	42,14	1.762	1.635	51,87
Porto	12.917	2.083	10.834	16,13	16,13	3.205	9.649	24,93
Prata do Piauí	4.031	2.637	1.394	65,42	65,42	3266	983	76,87
Regeneração	4.553	-	4.553	-	-	1.613	3.273	33,01
Santa Cruz do Piauí	7.288	2.564	4.724	35,18	35,18	3.163	3.512	47,39
Santa Cruz dos Milagres	3.940	-	3.940	-	-	1.055	3.320	24,11
Santa Quitéria do Maranhão - MA	4.442	-	4.442	-	-	2.324	3.410	40,53

Santa Rosa do Piauí	4.162	1.565	2.597	37,60	37,60	1.891	1934	49,44
Santo Antônio dos Milagres	1.746	-	1746	-	-	1.247	783	61,43
São Bernardo - MA	18.541	6.129	12.412	33,06	33,06	6.595	12.213	35,06
São Félix do Piauí	11.520	5.877	5.643	51,02	51,02	7.103	5.407	56,78
São Francisco do Maranhão - MA	8.656	-	8.656	-	-	2.306	6.740	25,49
São Gonçalo do Piauí	1.401	-	1.401	-	-	1.087	1.231	46,89
São João da Fronteira	598.114	556.911	41.203	93,11	93,11	677.470	37.890	94,70
São João da Serra	107.439	90.814	16.625	84,53	84,53	113.066	16.626	87,18
São João da Varjota	35.970	13.948	22.022	38,78	38,78	16.089	23.712	40,42
São João do Arraial	17.631	10.882	6.749	61,72	61,72	14.110	5.777	70,95
São José do Divino	4.393	2.185	2.208	49,74	49,74	2.647	1.828	59,15
São José do Piauí	5.502	-	5.502	-	4.625	1.216	3.409	26,29
São Miguel da Baixa Grande	3.773	-	3.773	-	4.809	635	4.174	13,2
São Miguel do Tapuio	3.791	1.238	2.553	32,66	4.881	2.195	2.686	44,97
São Pedro do Piauí	4.513	-	4.513	-	5.149	1.399	3.750	27,17
Sigefredo Pacheco	35.065	17.297	14.768	53,94	34.094	20.748	13.346	60,86
Tanque do Piauí	22.856	4.900	17.956	21,44	24.126	7.195	16.931	29,82
Teresina	131.345	84.331	47.014	64,21	139.756	103.485	36.271	74,05
Timon - MA	5.839	4.182	1.657	71,62	6.787	5.029	1.758	74,1
União	6.752	2.760	3.992	40,88	6.760	3.333	3.427	49,3
Valença do Piauí	3.935	-	3.935	-	4.138	1.590	2.548	38,42
Várzea Grande	5.058	2.812	2.246	55,6	5.954	3.350	2.619	56,01
Wall Ferraz	3.651	-	3.651	-	-	979	3.019	24,49

Fonte: Censo Demográfico - 2000/IBGE

**Quadro em Apêndice C - Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba:
Indicadores de Mortalidade, Longevidade e Fecundidade - 1991 e 2000.**

Municípios	1991			2000		
	Mortalidade até 1 ano de idade por 1000 nascidos vivos	Esperança de Vida ao Nascer (anos)	Taxa de Fecundidade Total (filhos por mulher)	Mortalidade até 1 ano de idade por 1000 nascidos vivos	Esperança de Vida ao Nascer (anos)	Taxa de Fecundidade Total (filhos por mulher)
Agricolândia	60,0	61,2	4,0	41,1	65,3	2,8
Água Branca	69,0	59,3	3,3	39,9	65,7	2,4
Alto Longá	54,8	62,4	3,6	44,6	64,3	3,1
Altos	58,2	61,6	4,2	41,3	65,3	2,7
Amarante	53,7	62,7	3,6	35,7	67,0	2,7
Angical do Piauí	62,6	60,7	4,0	34,2	67,5	2,8
Aroazes	71,2	58,8	3,4	62,0	59,9	2,9
Arraial	63,8	60,4	3,9	33,2	67,8	3,3
Barra D'Alcântara	69,4	59,2	4,2	45,7	64,0	2,8
Barras	63,4	60,5	4,3	56,3	61,3	3,9
Barro Duro	79,8	57,1	4,5	64,0	59,4	3,4
Batalha	63,4	60,5	4,3	56,3	61,3	3,9
Beneditinos	95,8	54,2	7,3	63,2	59,6	3,9
Boa Hora	54,5	62,5	4,3	44,6	64,3	3,1
Bom Princípio do Piauí	63,4	60,5	4,2	44,9	64,3	3,3
Boqueirão do Piauí	79,9	58,1	6,0	66,8	58,8	3,9
Brasileira	100,1	53,5	5,5	66,6	58,8	4,1
Brejo - MA	74,9	58,1	4,7	53,5	62,0	3,5
Buriti	92,8	54,7	5,2	74,3	5,9	3,3
Buriti dos Lopes	83,9	56,4	4,3	65,3	59,1	2,8
Buriti dos Montes	101,4	53,3	6,2	81,1	55,8	5,0
Cabeceiras do Piauí	57,0	61,9	3,0	34,6	67,4	3,0
Cajazeiras do Piauí	53,4	62,8	4,5	44,6	64,3	3,1
Campo Largo do Piauí	63,9	60,4	4,2	43,8	64,6	3,1
Campo Maior	82,3	56,7	6,7	67,5	58,6	5,4

Capitão de Campos	72,2	58,6	4,9	60,5	60,2	3,8
Caraúbas do Piauí	67,4	59,6	4,3	38,9	66,0	3,9
Castelo do Piauí	114,7	51,2	4,5	73,4	57,4	3,3
Caxias	122,0	51,4	5,7	71,9	57,7	3,9
Caxingó	59,0	61,5	3,0	44,1	64,5	2,8
Cocal	NÃO CONSTAM DADOS					
Cocal de Telhas	59,0	61,5	4,9	48,6	63,2	3,8
Cocal dos Alves	59,0	61,5	3,6	41,1	65,3	2,9
Coelho Neto - MA	93,0	54,7	4,5	63,2	59,6	3,8
Coivaras	87,0	56,9	6,0	71,9	57,7	4,7
Colônia do Piauí	69,3	59,2	3,3	48,6	63,2	2,6
Currupinheiros	71,2	58,8	4,1	65,5	59,1	3,0
Demerval Lobão	61,1	61,0	4,2	47,5	63,5	2,7
Dom Expedito Lopes	69,4	59,2	4,1	59,3	60,5	2,9
Domingos Mourão	63,5	60,4	3,6	48,6	63,2	2,8
Duque Bacelar - MA	76,2	57,8	3,0	65,4	59,1	2,0
Elesbão Veloso	62,6	60,7	4,8	47,2	63,6	3,4
Esperantina	78,5	57,4	3,6	53,5	62,0	3,0
Francinópolis	84,0	56,3	6,2	69,9	58,1	4,0
Francisco Ayres	92,8	54,7	7,6	74,3	57,2	4,5
Hugo Napoleão	71,2	58,8	3,9	52,4	62,3	2,8
Inhuma	78,5	57,4	5,9	63,2	59,6	3,4
Ipiranga do Piauí	59,0	61,5	4,4	42,4	65,0	4,0
Jardim do Mulato	59,0	61,5	4,8	47,1	63,6	2,5
Jatobá do Piauí	78,5	57,4	3,8	63,2	59,6	3,4
Joaquim Pires	60,7	61,1	4,0	37,1	66,6	2,5
Joca Marques	98,1	53,8	5,2	59,5	60,5	3,5
José de Freitas	111,3	51,7	5,8	67,1	58,7	3,3
Juazeiro do Piauí	101,4	53,3	6,8	74,3	57,2	4,9
Lagoa Alegre	98,5	55,0	4,8	63,4	59,6	4,5
Lagoa do Piauí	111,3	51,7	6,7	66,5	58,9	3,6
Lagoa do São Francisco	70,4	59,9	5,1	49,0	63,1	3,8
Lagoa do Sítio	64,0	60,4	6,2	59,3	60,5	4,5
Lagoinha do Piauí	59,0	61,5	3,1	29,7	69,0	2,8

Luís Correia	101,4	53,3	3,8	81,1	55,8	3,7
Luzilândia	59,0	61,5	4,3	43,5	64,7	3,1
Madeiro	92,8	54,7	6,4	74,3	57,2	4,2
Magalhães Almeida - MA	104,5	52,8	5,8	73,4	57,4	4,7
Matias Olímpio	72,3	58,6	5,2	53,5	62,0	3,3
Matões - MA	92,8	54,7	5,5	74,7	57,1	3,4
Miguel Alves	93,7	54,6	5,4	81,1	55,8	3,6
Miguel Leão	62,3	60,7	4,4	55,5	61,5	2,5
Milagres do Maranhão	62,6	60,7	5,8	49,1	63,1	2,8
Milton Brandão	62,6	60,7	4,8	44,1	64,5	3,1
Monsenhor Gil	87,2	55,8	4,2	54,4	61,7	2,5
Morro do Chapéu do Piauí	87,5	56,8	5,7	53,8	61,9	4,0
Murici dos Portelas	78,4	57,4	4,6	47,2	63,6	3,4
Nossa Senhora de Nazaré	NÃO CONSTAM DADOS					
Nossa Senhora dos Remédios	54,5	62,5	3,9	38,9	66,0	3,1
Novo Oriente do Piauí	61,1	61,0	3,5	42,6	64,9	3,3
Novo Santo Antonio	63,4	60,5	3,9	37,4	66,5	3,1
Oeiras	54,1	62,6	4,5	41,7	65,2	3,9
Olho D'Água do Piauí	92,8	54,7	6,7	74,7	57,1	4,7
Palmeirais	61,1	61,0	3,0	34,8	67,3	2,8
Paquetá	66,3	59,9	4,4	37,1	66,6	2,7
Parnarama - MA	75,6	58,0	3,2	49,8	62,9	2,3
Passagem Franca do Piauí	69,4	59,2	4,2	52,8	62,1	2,6
Pau D'Arco do Piauí	86,5	57,0	6,2	63,4	59,6	4,3
Pedro II	83,9	56,4	3,6	68,9	58,3	2,7
Pimenteiras	82,3	56,7	3,3	74,0	57,3	3,1
Piracuruca	98,5	55,0	5,8	77,5	56,5	4,7
Piripiri	48,3	64,0	3,3	39,7	65,8	2,8
Porto	79,0	58,3	4,9	51,5	62,5	3,7
Prata do Piauí	54,2	62,6	4,5	37,1	66,6	2,6
Regeneração	69,0	59,3	3,5	59,3	60,5	3,1
Santa Cruz do Piauí	78,5	57,4	4,7	63,2	59,6	3,1

Santa Cruz dos Milagres	57,8	61,7	3,7	49,9	62,9	2,7
Santa Quitéria do Maranhão - MA	89,5	55,3	5,5	80,8	55,9	3,5
Santa Rosa do Piauí	55,9	62,2	3,4	46,8	63,7	3,4
Santo Antônio dos Milagres	63,5	60,5	3,1	48,8	63,2	2,8
São Bernardo - MA	78,5	57,4	4,1	63,2	59,6	3,4
São Félix do Piauí	54,2	62,6	5,5	31,8	68,3	2,8
São Francisco do Maranhão - MA	63,1	60,5	3,9	44,6	64,3	3,2
São Gonçalo do Piauí	66,0	59,9	4,2	61,7	60,0	2,6
São João da Fronteira	38,7	67,5	2,7	32,7	69,1	2,0
São João da Serra	67,2	60,6	4,2	44,6	64,3	2,7
São João da Varjota	62,6	60,6	4,1	42,4	65,0	2,7
São João do Arraial	76,8	57,7	2,8	56,6	61,2	2,1
São José do Divino	71,2	58,8	3,0	46,2	63,9	2,5
São José do Piauí	104,5	52,8	5,3	60,5	60,2	3,1
São Miguel da Baixa Grande	82,3	56,7	3,7	67,5	58,6	3,3
São Miguel do Tapuio	82,3	56,7	3,7	67,5	58,6	3,1
São Pedro do Piauí	71,2	59,8	6,5	54,7	61,7	5,1
Sigefredo Pacheco	79,8	57,1	4,9	64,0	59,4	3,9
Tanque do Piauí	89,1	56,5	6,5	72,7	57,5	4,6
Teresina	77,1	58,6	4,9	62,1	59,9	3,0
Timon - MA	62,5	60,7	4,8	39,9	65,7	2,4
União	69,4	59,5	3,2	46,5	63,8	2,8
Valença do Piauí	61,1	61,0	3,8	52,8	62,1	3,3
Várzea Grande	54,8	62,5	3,1	50,2	62,8	2,3
Wall Ferraz	93,8	54,6	5,1	68,9	58,3	2,6
Fonte: Censo Demográfico - 2000/IBGE						

**Quadro em Apêndice D - Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba:
Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade - 1991 e 2000**

Municípios	1991			2000		
	Renda per Capita Média (R\$ de 2000)	Proporção de Pobres (%)	Índice de Gini	Renda per Capita Média (R\$ de 2000)	Proporção de Pobres (%)	Índice de Gini
Agricolândia	43,9	84,8	0,51	66,7	71,9	0,49
Água Branca	72,4	72,3	0,50	102,1	60,1	0,56
Alto Longá	48,2	86,4	0,55	64,2	78,4	0,57
Altos	59,5	81,3	0,53	78,0	69,9	0,55
Amarante	59,2	76,8	0,50	78,5	69,9	0,57
Angical do Piauí	66,6	83,5	0,62	74,1	69,1	0,55
Aroazes	52,8	83,1	0,52	72,5	72,6	0,55
Arraial	48,3	84,4	0,47	59,8	77,1	0,58
Barra D'Alcântara	33,6	91,8	0,44	64,8	72,5	0,59
Barras	45,2	87	0,54	75,3	77,2	0,6
Barro Duro	40,2	88,0	0,54	63,1	77,7	0,55
Batalha	40,9	88,1	0,53	77,3	73,0	0,58
Beneditinos	46,7	85,9	0,50	56,6	79,7	0,52
Boa Hora	44,0	87,2	0,48	50,0	81,9	0,52
Bom Princípio do Piauí	43,7	88,2	0,52	66,3	72,2	0,53
Boqueirão do Piauí	49,8	85,7	0,53	50,8	80,7	0,72
Brasileira	48,3	86,9	0,45	71,9	76,1	0,56
Brejo - MA	35,2	91,5	0,49	59,5	78,6	0,55
Buriti	33,6	91,8	0,46	48,0	82,6	0,57
Buriti dos Lopes	33,3	92,7	0,46	70,1	76,7	0,61
Buriti dos Montes	29,1	94,8	0,46	44,9	85,5	0,53
Cabeceiras do Piauí	96,5	70,0	0,60	118,9	56,3	0,57

Cajazeiras do Piauí	52,2	85,3	0,61	62,1	78,0	0,67
Campo Largo do Piauí	66,2	76,7	0,57	72,3	71,8	0,56
Campo Maior	32,9	92,1	0,46	52,3	82,9	0,57
Capitão de Campos	43,8	86,3	0,54	61,2	77,5	0,57
Caraúbas do Piauí	51,6	83,7	0,48	67,1	72,3	0,51
Castelo do Piauí	34,2	91,9	0,44	56,0	79,7	0,57
Caxias	77,0	73,3	0,51	85,3	70,8	0,56
Caxíngó	46,0	85,9	0,46	58,4	79,7	0,51
Cocal	NÃO CONSTAM DADOS					
Cocal de Telhas	38,8	89,9	0,49	52,5	89,9	0,55
Cocal dos Alves	69,9	77,1	0,53	83,9	67,8	0,55
Coelho Neto - MA	39,4	89,1	0,48	45,3	82,9	0,59
Coivaras	45,4	86,5	0,47	56,0	81,4	0,56
Colônia do Piauí	55,4	81,0	0,55	72,5	68,7	0,53
Currálinhos	45,0	86,6	0,48	58,4	76,9	0,62
Demerval Lobão	59,5	78,5	0,57	62,4	73,0	0,54
Dom Expedito Lopes	45,6	86,2	0,53	71,2	73,0	0,60
Domingos Mourão	62,8	80,3	0,58	102,9	58,3	0,56
Duque Bacelar - MA	57,5	79,1	0,53	84,6	66,6	0,53
Elesbão Veloso	35,6	92,6	0,44	60,1	75,8	0,60
Esperantina	40,6	90,1	0,44	69,3	72,4	0,49
Francinópolis	41,4	89,8	0,59	62,5	77,1	0,53
Francisco Ayres	32,8	94,2	0,43	52,1	83,2	0,54
Hugo Napoleão	50,8	84,8	0,54	80,3	69,8	0,51
Inhuma	29,9	94,4	0,47	51,0	79,0	0,56
Ipiranga do Piauí	32,1	94,1	0,44	55,1	77,8	0,52
Jardim do Mulato	37,0	90,5	0,47	60,0	78,1	0,52
Jatobá do Piauí	37,7	89,5	0,45	47,0	83,1	0,54
Joaquim Pires	44,0	84,3	0,46	69,7	71,8	0,51
Joca Marques	42,3	85,7	0,46	73,4	72,2	0,61
José de Freitas	48,7	87,9	0,59	74,7	70,8	0,56
Juazeiro do Piauí	30,2	94,5	0,45	50,5	88,7	0,51
Lagoa Alegre	38,7	90,3	0,50	48,5	83,0	0,65
Lagoa do Piauí	41,1	90,0	0,55	60,5	79,2	0,59

Lagoa do São Francisco	43,4	87,8	0,52	59,4	77,8	0,51
Lagoa do Sítio	49,8	87,2	0,48	57,5	80,3	0,48
Lagoinha do Piauí	52,1	87,2	0,59	70,4	69,4	0,55
Luís Correia	31,2	94,8	0,45	38,8	87,9	0,60
Luzilândia	53,7	80,6	0,48	75,8	74,1	0,55
Madeiro	34,5	93,6	0,52	46,4	95,3	0,48
Magalhães Almeida - MA	29,7	93,5	0,44	53,6	86,8	0,64
Matias Olímpio	44,0	89,8	0,49	60,5	75,9	0,51
Matões - MA	37,5	91,7	0,48	59,8	81,5	0,53
Miguel Alves	38,5	90,5	0,50	42,8	84,5	0,51
Miguel Leão	70,9	78,2	0,56	109,0	66,9	0,65
Milagres do Maranhão	38,8	90,0	0,45	62,6	77,2	0,53
Milton Brandão	40,3	87,9	0,52	61,4	77,1	0,60
Monsenhor Gil	40,6	88,7	0,46	53,0	81,4	0,55
Morro do Chapéu do Piauí	41,5	92,0	0,47	49,6	83,5	0,59
Murici dos Portelas	32,3	93,2	0,43	55,1	80,3	0,54
Nossa Senhora de Nazaré	NÃO CONSTAM DADOS					
Nossa Senhora dos Remédios	52,2	85,1	0,56	64,7	75,1	0,56
Novo Oriente do Piauí	52,9	86,2	0,45	58,1	78,9	0,62
Novo Santo Antonio	70,7	79,0	0,58	75,0	73,0	0,61
Oeiras	73,7	75,3	0,56	60,5	63,5	0,59
Olho D'Água do Piauí	41,0	89,4	0,55	56,6	82,5	0,60
Palmeirais	47,0	86,8	0,51	67,2	74,8	0,59
Paquetá	53,0	81,7	0,53	76,9	70,2	0,56
Parnarama - MA	49,0	86,3	0,51	98,6	65,1	0,57
Passagem Franca do Piauí	30,8	92,1	0,47	66,5	74,8	0,60
Pau D'Arco do Piauí	50,0	86,3	0,48	64,0	83,3	0,61
Pedro II	40,4	90,2	0,45	74,0	76,0	0,60
Pimenteiras	38,4	89,8	0,42	56,2	78,8	0,53
Piracuruca	49,0	88,1	0,55	47,6	83,7	0,63
Piripiri	48,7	84,3	0,51	84,2	67,8	0,56
Porto	50,8	82,5	0,42	50,6	79,6	0,61
Prata do Piauí	75,1	68,8	0,46	79,2	67,2	0,53

Regeneração	46,9	85,4	0,43	67,2	81,2	0,70
Santa Cruz do Piauí	34,8	92,2	0,50	56,9	77,9	0,55
Santa Cruz dos Milagres	39,4	88,5	0,44	63,0	75,8	0,60
Santa Quitéria do Maranhão - MA	31,4	94,3	0,46	59,2	77,1	0,57
Santa Rosa do Piauí	51,0	85,8	0,53	74,3	75,9	0,60
Santo Antônio dos Milagres	40,5	89,1	0,48	62,3	75,7	0,53
São Bernardo - MA	35,3	90,5	0,55	57,2	76,0	0,56
São Félix do Piauí	51,2	85,6	0,53	75,3	71,4	0,58
São Francisco do Maranhão - MA	47,0	87,5	0,50	52,3	81,9	0,48
São Gonçalo do Piauí	45,1	84,1	0,46	72,5	73,5	0,55
São João da Fronteira	177,3	50,7	0,63	50,7	39,5	0,65
São João da Serra	79,4	69,7	0,49	104,2	60,5	0,53
São João da Varjota	54,5	87,3	0,59	64,6	75,9	0,55
São João do Arraial	86,9	68,0	0,56	137,4	57,0	0,65
São José do Divino	51,2	82,6	0,48	81,0	68,5	0,58
São José do Piauí	42,1	88,1	0,47	66,5	75,8	0,53
São Miguel da Baixa Grande	32,8	92,5	0,45	49,7	84,2	0,54
São Miguel do Tapuio	36,1	91,2	0,42	61,2	78,4	0,52
São Pedro do Piauí	39,2	91,3	0,43	51,1	83,4	0,57
Sigefredo Pacheco	60,7	80,6	0,59	85,8	71,3	0,58
Tanque do Piauí	51,9	82,2	0,40	54,5	82,5	0,55
Teresina	72,2	75,8	0,53	104,0	66,9	0,62
Timon - MA	75,2	78,6	0,57	91,5	63,6	0,53
União	47,3	84,3	0,46	79,0	66,5	0,55
Valença do Piauí	44,4	87,5	0,48	64,8	74,2	0,60
Várzea Grande	73,7	75,4	0,53	110,0	65,0	0,65
Wall Ferraz	29,4	94,4	0,45	63,1	76,9	0,52
Fonte: Censo Demográfico - 2000/IBGE						

**Quadro em Apêndice E - Área de Tensão Ecológica da Parte Setentrional da Bacia do Parnaíba:
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 1991 e 2000**

Municípios	1991				2000			
	IDH	Educação	Longevidade	Renda	IDH	Educação	Longevidade	Renda
Agricolândia	0,540	0,612	0,604	0,404	0,622	0,719	0,672	0,474
Água Branca	0,561	0,625	0,571	0,488	0,653	0,734	0,679	0,545
Alto Longá	0,497	0,447	0,624	0,42	0,58	0,615	0,656	0,468
Altos	0,539	0,551	0,611	0,455	0,618	0,682	0,672	0,500
Amarante	0,560	0,597	0,628	0,454	0,630	0,689	0,700	0,801
Angical do Piauí	0,565	0,627	0,594	0,474	0,648	0,745	0,708	0,491
Aroazes	0,507	0,523	0,564	0,435	0,582	0,676	0,582	0,488
Arraial	0,498	0,483	0,590	0,420	0,615	0,674	0,714	0,456
Barra D'Alcântara	0,461	0,453	0,570	0,360	0,588	0,646	0,650	0,469
Barras	0,49	0,469	0,591	0,409	0,581	0,646	0,604	0,494
Barro Duro	0,452	0,433	0,535	0,389	0,553	0,620	0,574	0,465
Batalha	0,492	0,476	0,608	0,392	0,604	0,641	0,672	0,499
Benedictinos	0,409	0,327	0,487	0,414	0,536	0,585	0,577	0,446
Boa Hora	0,496	0,457	0,625	0,405	0,566	0,617	0,656	0,426
Bom Princípio do Piauí	0,464	0,397	0,591	0,403	0,580	0,614	0,654	0,473
Boqueirão do Piauí	0,474	0,444	0,552	0,425	0,552	0,665	0,563	0,428
Brasileira	0,455	0,471	0,475	0,420	0,564	0,641	0,564	0,486
Brejo - MA	0,431	0,375	0,551	0,367	0,560	0,609	0,616	0,455
Buriti	0,421	0,409	0,496	0,359	0,525	0,621	0,536	0,419
Buriti dos Lopes	0,445	0,454	0,522	0,358	0,571	0,663	0,569	0,482
Buriti dos Montes	0,389	0,360	0,471	0,335	0,510	0,609	0,513	0,408
Cabeceiras do Piauí	0,597	0,641	0,615	0,536	0,675	0,750	0,706	0,570
Cajazeiras do Piauí	0,529	0,523	0,630	0,433	0,603	0,692	0,656	0,452
Campo Largo do Piauí	0,515	0,482	0,590	0,473	0,596	0,641	0,660	0,487
Campo Maior	0,387	0,278	0,528	0,356	0,500	0,505	0,561	0,433
Capitão de Campos	0,454	0,397	0,560	0,404	0,540	0,574	0,587	0,460
Caraúbas do Piauí	0,481	0,434	0,577	0,431	0,597	0,632	0,684	0,475

Castelo do Piauí	0,358	0,274	0,436	0,363	0,509	0,542	0,539	0,445
Caxias	0,497	0,552	0,441	0,498	0,588	0,705	0,545	0,515
Caxingó	0,483	0,428	0,608	0,412	0,587	0,652	0,656	0,452
Cocal	NÃO CONSTAM DADOS							
Cocal de Telhas	0,495	0,494	0,608	0,383	0,571	0,641	0,637	0,434
Cocal dos Alves	0,562	0,595	0,608	0,482	0,631	0,707	0,673	0,512
Coelho Neto - MA	0,455	0,483	0,495	0,386	0,546	0,653	0,577	0,409
Coivaras	0,474	0,482	0,531	0,410	0,540	0,631	0,545	0,445
Colônia do Piauí	0,514	0,530	0,570	0,443	0,601	0,678	0,637	0,488
Curralinhos	0,495	0,513	0,564	0,408	0,549	0,628	0,568	0,452
Demerval Lobão	0,538	0,559	0,600	0,455	0,586	0,652	0,642	0,463
Dom Expedito Lopes	0,501	0,522	0,570	0,410	0,575	0,647	0,592	0,485
Domingos Mourão	0,528	0,528	0,591	0,464	0,621	0,680	0,637	0,546
Duque Bacelar - MA	0,528	0,588	0,547	0,449	0,601	0,720	0,568	0,514
Elesbão Veloso	0,485	0,491	0,594	0,369	0,580	0,639	0,643	0,457
Esperantina	0,459	0,446	0,540	0,391	0,567	0,664	0,616	0,480
Francinópolis	0,439	0,400	0,522	0,394	0,526	0,563	0,552	0,483
Francisco Ayres	0,393	0,328	0,496	0,355	0,524	0,602	0,536	0,493
Hugo Napoleão	0,522	0,574	0,564	0,428	0,615	0,718	0,621	0,505
Inhuma	0,414	0,362	0,540	0,340	0,539	0,611	0,577	0,429
Ipiranga do Piauí	0,468	0,444	0,608	0,352	0,582	0,629	0,666	0,442
Jardim do Mulato	0,486	0,475	0,608	0,375	0,599	0,698	0,644	0,456
Jatobá do Piauí	0,451	0,435	0,540	0,379	0,537	0,618	0,577	0,416
Joaquim Pires	0,525	0,568	0,601	0,405	0,631	0,719	0,693	0,481
Joca Marques	0,438	0,434	0,481	0,398	0,573	0,637	0,591	0,490
José de Freitas	0,463	0,524	0,445	0,421	0,564	0,636	0,562	0,493
Juazeiro do Piauí	0,380	0,328	0,471	0,341	0,526	0,615	0,536	0,427
Lagoa Alegre	0,458	0,491	0,499	0,383	0,547	0,644	0,576	0,421
Lagoa do Piauí	0,445	0,498	0,445	0,393	0,544	0,608	0,565	0,458
Lagoa do São Francisco	0,450	0,367	0,582	0,402	0,567	0,611	0,636	0,455
Lagoa do Sítio	0,467	0,386	0,589	0,425	0,540	0,579	0,592	0,449
Lagoinha do Piauí	0,526	0,537	0,608	0,433	0,628	0,667	0,733	0,483
Luís Correia	0,375	0,306	0,471	0,347	0,494	0,593	0,513	0,375

Luzilândia	0,547	0,595	0,608	0,438	0,622	0,709	0,661	0,495
Madeiro	0,417	0,390	0,496	0,364	0,519	0,607	0,536	0,413
Magalhães Almeida - MA	0,364	0,289	0,483	0,339	0,494	0,607	0,599	0,487
Matias Olímpio	0,487	0,498	0,560	0,404	0,594	0,708	0,616	0,458
Matões - MA	0,419	0,384	0,496	0,378	0,523	0,578	0,535	0,456
Miguel Alves	0,411	0,358	0,493	0,382	0,509	0,613	0,513	0,400
Miguel Leão	0,546	0,559	0,595	0,484	0,625	0,713	0,607	0,556
Milagres do Maranhão	0,487	0,482	0,594	0,384	0,582	0,649	0,635	0,463
Milton Brandão	0,492	0,493	0,594	0,390	0,587	0,643	0,658	0,460
Monsenhor Gil	0,423	0,366	0,512	0,391	0,529	0,538	0,612	0,436
Morro do Chapéu do Piauí	0,437	0,385	0,530	0,395	0,558	0,633	0,615	0,425
Murici dos Portelas	0,442	0,434	0,540	0,353	0,564	0,606	0,643	0,442
Nossa Senhora de Nazaré	NÃO CONSTAM DADOS							
Nossa Senhora dos Remédios	0,515	0,486	0,625	0,433	0,605	0,662	0,684	0,469
Novo Oriente do Piauí	0,494	0,447	0,600	0,455	0,586	0,652	0,642	0,463
Novo Santo Antônio	0,528	0,510	0,591	0,484	0,609	0,644	0,691	0,493
Oeiras	0,565	0,576	0,627	0,491	0,641	0,703	0,669	0,552
Olho D'Água do Piauí	0,444	0,444	0,496	0,393	0,528	0,604	0,535	0,446
Palmeirais	0,521	0,546	0,600	0,416	0,611	0,654	0,705	0,475
Paquetá	0,508	0,507	0,581	0,436	0,611	0,642	0,693	0,498
Parnarama - MA	0,502	0,536	0,549	0,422	0,620	0,689	0,632	0,539
Passagem Franca do Piauí	0,438	0,400	0,570	0,345	0,588	0,673	0,619	0,473
Pau D'Arco do Piauí	0,457	0,411	0,533	0,426	0,561	0,641	0,576	0,467
Pedro II	0,455	0,453	0,522	0,390	0,584	0,706	0,555	0,491
Pimenteiras	0,472	0,505	0,528	0,382	0,565	0,714	0,537	0,445
Piracuruca	0,449	0,424	0,499	0,423	0,538	0,670	0,525	0,418
Piripiri	0,537	0,540	0,651	0,421	0,624	0,679	0,679	0,513
Porto	0,463	0,404	0,535	0,429	0,555	0,613	0,625	0,428
Prata do Piauí	0,572	0,595	0,626	0,494	0,643	0,733	0,693	0,503
Regeneração	0,413	0,254	0,571	0,415	0,554	0,595	0,592	0,475
Santa Cruz do Piauí	0,452	0,451	0,540	0,365	0,549	0,622	0,577	0,447
Santa Cruz dos Milagres	0,457	0,372	0,612	0,386	0,576	0,633	0,631	0,464
Santa Quitéria do Maranhão	0,423	0,417	0,505	0,348	0,528	0,616	0,514	0,454
Santa Rosa do Piauí	0,515	0,497	0,620	0,429	0,609	0,691	0,645	0,492

Santo Antônio dos Milagres	0,463	0,407	0,591	0,391	0,574	0,622	0,637	0,462
São Bernardo - MA	0,432	0,387	0,540	0,368	0,540	0,594	0,577	0,448
São Félix do Piauí	0,545	0,578	0,627	0,430	0,634	0,686	0,721	0,494
São Francisco do Maranhão - MA	0,488	0,456	0,592	0,415	0,582	0,657	0,656	0,433
São Gonçalo do Piauí	0,482	0,457	0,582	0,408	0,594	0,712	0,583	0,487
São João da Fronteira	0,713	0,793	0,708	0,637	0,766	0,870	0,734	0,695
São João da Serra	0,581	0,646	0,553	0,503	0,655	0,761	0,656	0,548
São João da Varjota	0,529	0,554	0,594	0,440	0,601	0,669	0,666	0,469
São João do Arraial	0,558	0,612	0,545	0,518	0,647	0,744	0,603	0,595
São José do Divino	0,503	0,516	0,564	0,430	0,610	0,677	0,648	0,506
São José do Piauí	0,418	0,394	0,463	0,397	0,552	0,595	0,587	0,473
São Miguel da Baixa Grande	0,397	0,308	0,528	0,355	0,487	0,474	0,561	0,425
São Miguel do Tapuio	0,412	0,337	0,528	0,372	0,544	0,61	0,561	0,46
São Pedro do Piauí	0,429	0,322	0,579	0,385	0,563	0,648	0,611	0,429
Sigefredo Pacheco	0,518	0,561	0,535	0,458	0,591	0,684	0,574	0,516
Tanque do Piauí	0,454	0,405	0,525	0,432	0,552	0,673	0,542	0,44
Teresina	0,529	0,538	0,561	0,487	0,614	0,712	0,581	0,548
Timon - MA	0,542	0,536	0,595	0,494	0,624	0,665	0,679	0,527
União	0,501	0,516	0,57	0,416	0,603	0,66	0,647	0,502
Valença do Piauí	0,483	0,443	0,66	0,406	0,574	0,663	0,619	0,469
Várzea Grande	0,567	0,588	0,624	0,49	0,635	0,719	0,63	0,557
Wall Ferraz	0,421	0,432	0,493	0,337	0,536	0,587	0,555	0,465

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano e Bases de Informações Municipais – 2000.

S725c Sousa, Nilson Vasconcelos de.

Conservação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentorial ba bacia do Parnaíba./ Nilson Vasconcelos de Sousa.- Teresina: UFPI, 2007.

160p.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) UFPI, 2007.

1. Zoneamento Ambiental. 2. Cartografia Digital. 3. Áreas Ambientais - Parnaiba. I. Título.

C.D.D 574.52