



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO

**ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PIRAPORA - MARANGUAPE/CEARÁ, COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO
TERRITORIAL E À GESTÃO AMBIENTAL**

**FORTALEZA – CEARÁ
2013**

ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPORA
- MARANGUAPE/CEARÁ, COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E
À GESTÃO AMBIENTAL

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

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle Sequeira Garcez

FORTALEZA – CEARÁ
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho
Bibliotecário (a) Responsável – Thelma Marylanda Silva de Melo CRB-3 / 623

C795a Cordeiro, Abner Monteiro Nunes

Análise socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora-Maranguape/Ceará, como subsídio ao planejamento territorial e à gestão ambiental / Abner Monteiro Nunes. — 2013.

CD-ROM. 165 f. : il. (algumas color.) ; 4 ¾ pol.

“CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico, acondicionado em caixa de DVD Slin (19 x 14 cm x 7 mm)”.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Análise geoambiental e ordenamento do território nas regiões semiáridas e litorâneas.

Orientação: Profa. Dra. Danielle Sequeira Garcez.

1. Bacia hidrográfica. 2. Uso da terra. 3. Zoneamento ambiental.
Título.

CDD: 551.483



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



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome da Dissertação: "Análise Socioambiental da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora – Maranguape Ceará, como Subsídio ao Planejamento Territorial e à Gestão Ambiental".

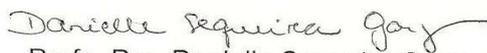
Data da Defesa: 19/02/2013

Nome da Autora: Abner Monteiro Nunes Cordeiro

Nome da Orientadora: Profa. Dra. Danielle Sequeira Garcez (Orientadora)

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

BANCA:


Profa. Dra. Danielle Sequeira Garcez
Universidade Federal do Ceará – UFC


Prof. Dr. Frederico de Holanda Bastos
Universidade Regional do Cariri - URCA


Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza
Universidade Estadual do Ceará – UECE

À minha família.

Em especial aos meus pais, Nazareno N. Cordeiro e Maria Núbia M. Nunes Cordeiro pelos longos anos de investimentos, incentivos e apoio, aos quais devo minha formação, e por terem me ensinado que só levamos desta vida aquilo que vivemos e aprendemos.

À minha esposa Gisele V. Cordeiro e à minha filha Marília V. Cordeiro pela compreensão, força e incentivo ao longo de todo esse percurso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir-me chegar até aqui.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Danielle Sequeira Garcez, pela confiança em mim depositada e principalmente pela ética profissional demonstrada no decorrer da orientação, indicando sempre os melhores caminhos a serem seguidos. Agradeço, sobretudo, pela gentileza e educação com que sempre me tratou. Agradeço ainda, a análise de cada capítulo, as sugestões e comentários, sempre oportunos e que espero ter sabido aproveitar.

Agradeço à Prof^a Dr^a Maria Lúcia Brito da Cruz, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEO/UECE), pelos conselhos na realização da pesquisa, sobretudo pela presença constante em minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza pela leitura crítica do projeto de pesquisa, pelos valiosos comentários e sugestões durante o Exame de Qualificação e ao longo de todas as etapas da pesquisa. Serei eternamente grato pelos conhecimentos transmitidos, de valor inestimável, dos quais pude absorver novos e valiosos conhecimentos para este estudo. Agradeço, sobretudo pela gentileza e educação com que sempre me tratou.

À Prof^a Dr^a Eugênia Cristina Gonçalves Pereira, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pelas críticas construtivas proferidas em meu Exame de Qualificação.

Agradeço ao meu amigo Prof. Dr. Frederico de Holanda Bastos (Fred) pelo incentivo e apoio, desde a elaboração do projeto de pesquisa à conclusão da dissertação, e pela ajuda nos trabalhos de campo em Maranguape, além das diversas vezes que precisei e contei com sua irrestrita ajuda.

À Maria Júlia Ribeiro de Oliveira, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEO/UECE), pela prestatividade e apoio recebido nestes anos dedicados à pós-graduação.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE), pelo convívio e trocas de experiências durante as aulas e seminários. Em especial agradeço aos amigos Gustavo Rocha, Joselito Teles, Mariana Aquino e Raimundo Rodrigues, que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste estudo.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, que foi de grande contribuição para o desenvolvimento da dissertação.

Aos meus pais e aos meus irmãos pelos conselhos, sugestões e apoio incondicional durante toda à minha vida acadêmica.

À minha esposa Gisele V. Cordeiro e à minha filha Marília V. Cordeiro, por me darem força para seguir em frente, e pela paciência.

Por fim, com a mesma importância, agradeço a todas as pessoas que contribuíram anonimamente para realização deste estudo.

A todos muito obrigado!

RESUMO

O presente estudo trata da análise socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, localizada no município de Maranguape-Ceará. A referida sub-bacia ocupa a porção centro-sul da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e abriga um diversificado mosaico de sistemas ambientais. Estes, vem sofrendo nas últimas três décadas do século XX e na primeira década do século XXI, grandes impactos negativos relacionados à ocupação humana, a qual tem sido responsável por significativas alterações na paisagem natural. Essas transformações desencadearam uma série de problemas socioambientais, com destaque para a degradação dos recursos naturais e ocupação das áreas dotadas de maior vulnerabilidade ambiental. Neste sentido, a presente pesquisa constitui um trabalho de compreensão das complexidades presentes na área por meio da avaliação dos impactos do processo de uso e ocupação da terra e as resultantes socioambientais de tais ações. Para tanto, optou-se pela análise integrada da paisagem, com enfoque geossistêmico, visto que sua aplicação possibilita uma abordagem integrada, interdisciplinar, dos diversos componentes da paisagem. Ou seja, adotou-se um procedimento capaz de privilegiar a relação sociedade-natureza sob uma ótica sistêmico-holística, importante para a compreensão e o entendimento do ambiente, a fim de que se pudessem levantar dados ambientais como potencialidades, limitações, problemas de uso e estado atual de conservação dos recursos naturais. Com esse estudo pretende-se contribuir para o planejamento territorial e a adequada gestão ambiental da sub-bacia do rio Pirapora, partindo do pressuposto de que a degradação ambiental verificada entre os anos de 1970 e 2010 na área foi provocada pelo crescimento demográfico, pelas formas inadequadas de uso dos recursos naturais e ocupação dos solos, os quais afetaram e comprometeram a qualidade de vida da população local, que está diretamente ligada, atualmente, à qualidade do ambiente no município de Maranguape.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica. Uso da terra. Zoneamento ambiental.

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyse the socialenvironmental aspects of the Pirapora's river sub-basin, located in Maranguape-CE. That sub-basin is on the south-central Maranguapinho river watershed and has a complex mosaic of environmental systems, which have been suffering for the last three decades of the twentieth century and the first decade of this century many negative impacts related to human occupation, that been responsible for significant changes in the natural landscape. These transformations triggered a series of social problems, with emphasis on natural resource degradation and occupation of areas endowed with greater environmental vulnerability. So, this research is a work of understanding the complexities present in the area through the process of assessing the impacts of the use and occupation of land and the resulting socioenvironmental such actions. Then, the integrated analysis of the landscape with geosystem focus were opted, because its implementation enables an integrated, interdisciplinary, the various components of the landscape. By the way, were adopted a procedure able to focus on the relationship between society and nature in a systemic-holistic perspective, important for comprehension and understanding of the environment, so that if they could raise environmental data as potentiality, limitations, uses problems and current state of conservation of natural resources. So this study is a tool that intend to contribute to territorial planning and proper environmental management of the sub-basin Pirapora river, assuming that environmental degradation occurred between the years 1970 and 2010 the area was a population growth deployment, the inappropriate management of natural resources and land uses, which have affected life quality of the local population, which is nowadays directly linked to the quality of the environment in the Maranguape city.

Key-words: Watershed, Land uses, Environmental Zoning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.	23
Figura 2 – Evolução do crescimento demográfico do município de Maranguape e da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, no período de 1970 a 2010, Maranguape-Ceará.	24
Figura 3 – Mapa básico da sub-bacia do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	25
Figura 4 – Esboço da proposta do método geossistêmico, modificado por Bertrand (1972), destacando a influência da ação antrópica na sua inter-relação com os outros elementos da paisagem.	31
Figura 5 – Mapa hipsométrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.	49
Figura 6 – Características topográficas e altimétricas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	50
Figura 7 – Mapa geológico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará....	52
Figura 8 – Mapa geomorfológico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	58
Figura 9 - Vista parcial da vertente oriental da serra de Maranguape-Ceará.	61
Figura 10 – Superfície sertaneja aplainada, localizada no bairro Área Seca – Maranguape/Ceará, interrompida pela presença do maciço residual de Maranguape, com recobrimento vegetal totalmente descaracterizado.....	63
Figura 11 – Planície fluvial no médio curso do rio Sapupara, com plantio de cana-de-açúcar, no distrito de Sapupara - Maranguape. Ao fundo a vertente ocidental da serra da Aratanha. .	64
Figura 12 – Média mensal pluviométrica no período de 1974 a 2010 da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	69
Figura 13 – Total pluviométrico anual da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.	71
Figura 14 – Extrato do balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.....	74
Figura 15 – Balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape – Ceará para o período 1974-2010.....	74
Figura 16 – Capacidade de armazenamento e armazenamento mensal de água no solo, da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape – Ceará, no período de 1974-2010.....	75

Figura 17 – Distribuição dos poços por responsabilidade e por aquífero, na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	76
Figura 18 – Proporção de moradores por tipo de abastecimento de água no município de Maranguape-Ceará, no período de 1991 a 2010.....	79
Figura 19 – Rio Pirapora, no centro da cidade de Maranguape-Ceará, na estação chuvosa (01) do ano de 2010, e na estação seca (02), em outubro de 2010. Notar o estado de assoreamento do seu leito, em decorrência da ausência da mata ciliar.....	82
Figura 20 – Rio Gereraú, distrito de Sapupara, Maranguape-Ceará, nas proximidades da confluência com o rio Sapupara, na estação chuvosa (01) do ano de 2010, e nos meses de estiagem de 2010 (02). Notar a vegetação antropizada em suas margens, volume e a velocidade do escoamento.....	82
Figura 21- Intensa ocupação de habitações precárias, residências expostas a riscos, no âmbito da planície fluvial do rio Gavião, bairro Planalto dos Cajueiros, Maranguape-Ceará.....	83
Figura 22 – Mapa pedológico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	86
Figura 23 - Presença de argissolos vermelho-amarelos na serra de Maranguape-Ceará, vertente centro-oriental.....	88
Figura 24 - Predomínio de neossolos litólicos nas áreas de declives mais acentuados da serra da Aratanha, Maranguape-Ceará, vertente ocidental.....	89
Figura 25 – Neossolo flúvico na planície fluvial do rio Gereraú, Maranguape-Ceará, distrito de Sapupara.....	90
Figura 26 – Afloramentos rochosos, na vertente centro-oriental da serra de Maranguape - Ceará.....	91
Figura 27 – Mapa fitogeográfico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	94
Figura 28 – Aspecto fisionômico da mata úmida da serra de Maranguape-Ceará, com suas epífitas e lianas nos troncos e copas das árvores.....	96
Figura 29 – Paisagem no topo da serra de Maranguape-Ceará, com a presença da vegetação perenifólia pluvionebular. Ao fundo a cidade de Fortaleza.....	96
Figura 30 – Remanescente de caatinga arbórea subcaducifólia tropical pluvial em período seco – Serra da Aratanha, Maranguape-Ceará, vertente ocidental. Notar a abertura de clareira para o cultivo de bananeiras.....	97
Figura 31 – Remanescente de caatinga arbustiva em período seco, distrito de Sapupara, Maranguape-Ceará. Ao fundo a vertente de sotavento da serra da Aratanha.....	99
Figura 32 – Mata ciliar a jusante da ponte sobre o rio Pirapora, no centro de Maranguape-Ceará. Notar a ausência da vegetação original.....	100

Figura 33 – Representante da fauna da serra de Maranguape-Ceará, <i>Macrobrachium carcinus</i> (pitu), espécie vulnerável.....	102
Figura 34 – Mapa dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	105
Figura 35 – Retificação e canalização de cursos d’água nos bairros Maranguape Sul (01) e Parque São João (02), Maranguape-Ceará, modificando a dinâmica fluvial com o aumento na velocidade de escoamento e na capacidade de transporte de sedimentos. Notar ausência da vegetação de mata ciliar e o avanço da ocupação urbana sobre suas margens.	108
Figura 36 – Corte de encosta com declive acentuado para construção de casa de veraneio (01) e residências (02), ambas com a presença de muro de arrimo, para minimizar os efeitos do escoamento pluvial, e com substrato rochoso susceptível a movimento de massa, na vertente oriental da serra de Maranguape, bairro Pirapora, Maranguape-Ceará.	108
Figura 37 – (01) Técnicas rudimentares utilizadas no manejo dos recursos naturais: derrubada e queimada de tipos vegetacionais para os cultivos de sequeiro, comunidade de Flexeiras - Sapupara. (02) Caatinga arbustiva degradada na serra de Maranguape, vertente oriental, para o plantio de culturas de subsistência (milho e feijão).....	109
Figura 38 – Uso de aterros para construção de moradias em áreas inundáveis, bairro Outra Banda, sede de Maranguape-Ceará (01). Disposição irregular de resíduos sólidos, na APA da serra de Maranguape, comunidade de São Domingos (02).	109
Figura 39 – Substituição da vegetação de mata ciliar por bananeiras e capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>), no baixo curso do rio Pirapora, bairro Centro, Maranguape-Ceará.	109
Figura 40 – Ocupação por habitações precárias no âmbito das planícies fluviais da sub-bacia do Pirapora, sede do município de Maranguape, Ceará. Notar a falta de infraestrutura e os riscos derivados.	110
Figura 41 – (01) Ausência de rede de drenagem, bairro Santa Fé; os efluentes domésticos gerados têm como destino final o corpo hídrico mais próximo. (02) Precariedade de infraestrutura, como a ausência de ruas pavimentadas no bairro Novo Maranguape, Maranguape-Ceará.....	110
Figura 42 – Vista parcial da área urbana da sede municipal de Maranguape-Ceará. Notar que a ocupação é espaçada com predominância de padrão horizontal.	118
Figura 43 – Mapa de uso e ocupação do solo de 1970 da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.	120
Figura 44 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2010 da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.	121
Figura 45 – Percentual da população residente em Maranguape-Ceará, em relação à população da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora nos anos de 1970 e 2010.....	122
Figura 46 – Quantificação em percentual da população urbana e rural da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, no período de 1970 a 2010, Maranguape-Ceará.	122

Figura 47 – Lixo despejado a céu aberto em frente ao centro de zoonoses de Maranguape-Ceará, bairro Tangureira (01), e ao lado do residencial Colinas, bairro Novo Parque Iracema (02). Notar a presença da mata ciliar do rio Tangureira (01) e o elevado padrão arquitetônico das residências (02).	126
Figura 48 – A falta de infraestrutura e sistema de drenagem se apresentam entre os principais problemas do bairro Pato Selvagem, Sede Municipal, Maranguape-Ceará.	127
Figura 49 – Ocupação irregular da bacia hidráulica do açude novo, no bairro Outra Banda (01), e moradias de baixo padrão arquitetônico nas margens de um afluente canalizado do rio Pirapora, no bairro Novo Maranguape II (02). A construção de moradias assim como em diversas outras áreas de risco na sede municipal de Maranguape, ocorre por mutirões realizados entre parentes e/ou amigos.	127
Figura 50 – Criação extensiva de gado caprino e bovino, fazenda Cialne, bairro Urucará, Maranguape-Ceará.....	132
Figura 51 – Mapa de declividade da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.	140
Figura 52 – Mapa de zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	141
Figura 53 – Paisagem do topo da serra de Maranguape-Ceará, com a presença da vegetação perenifólia tropical pluvionebular-mata úmida. Principal ponto turístico do maciço. Ao fundo, presença do maciço de Aratanha (vertente ocidental).	144
Figura 54 – Elevada beleza cênica caracteriza o ambiente serrano do maciço de Maranguape, localizado no município de Maranguape-Ceará. As paisagens serranas e o clima ameno configuram-se como os principais atrativos turísticos.	144
Figura 55 - Sede da Floricultura Naturalis Tropicus, localizada no bairro Santa Fé, serra de Maranguape, Maranguape-Ceará.....	147
Figura 56 – Empresas instaladas na sede do município de Maranguape. (01) PAEMA Embalagens do Ceará LTDA, indústria voltada para a produção e comercialização de papelão e caixas de embalagens, localizada no bairro Tangureira, Maranguape-Ceará. (02) FEMINIZE Lingerie S/A, empresa de moda íntima feminina, localizada no bairro Centro, Maranguape-Ceará.	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Configuração morfopedológica da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	92
Quadro 2 - Unidade fitogeográficas, associação de solos e unidades geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	100
Quadro 3 – Compartimentação geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, com as respectivas áreas de abrangência.	106
Quadro 4 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: planícies fluviais do rio Pirapora e dos principais tributários.	111
Quadro 5 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: tabuleiros pré-litorâneos de Maranguape.	112
Quadro 6 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: depressão sertaneja semiárida/subúmida aplainada.....	113
Quadro 7 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: depressão sertaneja semiárida/subúmida dissecada em colinas.	114
Quadro 8 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: vertente oriental úmida/subúmida da serra de Maranguape.....	115
Quadro 9 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará: vertente sudoeste ocidental subúmida da serra da Aratanha.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrência de chuvas superiores a 400 mm/mês na região da sub-bacia do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	70
Tabela 2 – Máximas e mínimas pluviométricas anuais da estação de Maranguape-Ceará, período 1974 – 2010.....	70
Tabela 3 – Balanço hídrico da sub-bacia do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, para o período 1974-2010, segundo Thornthwaite & Mather (1955).....	73
Tabela 4 – Situação dos poços cadastrados, de acordo com o sistema hidrogeológico da área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	78
Tabela 5 – Formas de abastecimento de água, em domicílios particulares permanentes, Maranguape-Ceará (2010).....	80
Tabela 6 – Situação dos poços cadastrados na área da sub-bacia, levando em conta, o seu caráter público e privado.....	80
Tabela 7 – Evolução da população total, urbana e rural, residente no município de Maranguape, sede municipal, distrito de Sapupara e na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, entre 1970 e 2010.....	124
Tabela 8 – Domicílios particulares permanentes, segundo existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário no município de Maranguape, sede municipal e no distrito de Sapupara.....	125
Tabela 9 – Correspondência entre classes das legendas de uso e ocupação do solo e novos agrupamentos, da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.....	129
Tabela 10 – Áreas abrangência absoluto (km ²) e quantificação percentual (%) das classes de uso da terra da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, nos períodos de 1970 e 2010, Maranguape-Ceará.....	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Preservação Permanente

ARM - Armazenamento de Água

Art. - Artigo (referente à legislação)

CAD - Capacidade de Armazenamento

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCM's - Complexos Convectivos de Meso-Escala

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

DCE - Departamento de Ciências Exatas

DEF mm - Déficit Hídrico

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército

EMATERCE - Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

ETP mm - Evapotranspiração Potencial

ETR mm - Evapotranspiração Real

EXC mm - Excesso Hídrico

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GPS - Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégias Econômicas do Ceará

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

IT's - Linhas de Instabilidade

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite

MMA - Ministério do Meio Ambiente

ONG - Organização Não Governamental

ONU - Organização das Nações Unidas

OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte

P mm - Precipitação Pluviométrica

PMM - Prefeitura Municipal de Maranguape

PNOT - Plano Nacional de Ordenamento Territorial

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PROP GEO - Programa de Pós-Graduação em Geografia

PROURB - Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos

PSARMF - Plano de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Fortaleza

PZEE - Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil

RMF - Região Metropolitana de Fortaleza

SAD-69 - Datum da América do Sul - 1969

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SHR - Secretaria de Recursos Hídricos

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SPOT - Satellite Pour l'Observation de la Terre

SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

TM - Thematic Mapper

UC - Unidade de Conservação

UTM - Universal Transversa de Mercator

VCAN - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico

ZPA - Zona de Preservação Ambiental

ZUM - Zona de Usos Múltiplos

ZUS - Zona de Uso Sustentável

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	22
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
3.1 Fundamentação teórica.....	26
3.1.1 Análise geoambiental.....	27
3.1.2 Concepção geossistêmica.....	29
3.1.3 Ecodinâmica do ambiente	32
3.1.4 Bacia hidrográfica como unidade de pesquisa.....	34
3.2 Procedimentos operacionais	38
4 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPORA	43
4.1 Aspectos geológico - geomorfológico.....	44
4.2 Aspectos hidroclimáticos.....	65
4.2.1 Análise do balanço hídrico.....	72
4.2.2 Condições hidrológicas superficiais e subsuperficiais.....	75
4.3 Características dos solos.....	84
4.4 Aspectos bioecológicos	92
4.5 Sistemas ambientais e diagnóstico geoambiental.....	103
5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIO PIRAPORA.....	117
6 FUNDAMENTOS PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL.....	134
6.1 Planejamento: definições e abrangência espacial.....	134

6.2	Planejamento territorial	136
6.3	Proposta de zoneamento ambiental	138
6.3.1	Zona de preservação ambiental.....	142
6.3.2	Zona de uso sustentável	145
6.3.3	Zona de usos múltiplos	148
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
	REFERÊNCIAS	154

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais características da sociedade humana é a capacidade de ocupar diferentes áreas da superfície terrestre, não importando as características dos componentes naturais que são de ordem geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e fitoecológica.

Induzida por diversos fatores tais como economia, cultura, política, avanço tecnológico, dentre outros, a sociedade humana tem ocupado praticamente todos os biomas terrestres, promovendo transformações em nível local, regional e global. Para tanto, elaborou técnicas para transformar os espaços naturais e extrair os recursos necessários para satisfazer suas necessidades.

Segundo Souza (1999), esse processo deu-se de forma desequilibrada, sem considerar as limitações naturais impostas. O autor conclui afirmando que é fato reconhecido que o homem, ao povoar o espaço, busca retirar o máximo dos recursos naturais disponíveis. Para isso, utiliza-se de técnicas muitas vezes inapropriadas e dependentes do nível cultural e de desenvolvimento da sociedade (SOUZA, 2007).

A ocupação humana, crescente e na maioria das vezes não planejada, tem gerado, nas últimas décadas do século XX e início do XXI, uma acelerada degradação dos recursos naturais, atendendo às necessidades da sociedade contemporânea, sem a devida preocupação com as possíveis necessidades das gerações futuras. Ou seja, sem preocupação com o desenvolvimento sustentável da sociedade, que pressupõe a qualidade e integração das variáveis sociais, econômicas, ambientais e institucionais, as quais devem ser consideradas na elaboração e execução de políticas públicas de planejamento territorial e gestão ambiental.

O desenvolvimento tecnológico em ritmo exponencial tem sido responsável pelo impacto do uso indisciplinado dos recursos naturais, sejam estes renováveis ou não, contingenciados pelas formas de uso e ocupação da terra, especialmente em áreas de bacias hidrográficas (MAGALHÃES, 2007). Se por um lado este desenvolvimento acelerado foi responsável por tão profundas alterações ambientais, por outro, ele poderá contribuir ao menos parcialmente, na recuperação, solução e prevenção dos mesmos problemas.

A preocupação com o aumento da amplitude e gravidade dos problemas ambientais ganhou lugar de destaque no meio acadêmico e nas esferas públicas e privadas, a partir da segunda metade do século XX, com a realização, em 1972, da Conferência das

Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo. No entanto, isso não quer dizer que o período anterior à conferência seja marcado pela completa ignorância quanto aos problemas ambientais e destituído de políticas que objetivassem regular o uso e acesso aos recursos naturais (LOUREIRO, 2009).

Desde a década de 1970, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem realizado vários encontros internacionais com o objetivo de tratar as questões ambientais. Porém, as políticas ambientais continuam a confrontar com as políticas desenvolvimentistas, que visam projetos de infraestruturas de planejamento e desenvolvimento econômico.

Os problemas ambientais evidenciam, em grande medida, as derivações da relação sociedade-natureza, nas mais diversas escalas de análise, onde o objetivo mais recente, segundo Carvalho (2009), tem sido conceber estratégias de aproveitamento e utilização dos recursos naturais de maneira mais proveitosa e com menor impacto possível, compatibilizando atividades econômicas com a qualidade ambiental.

Na esfera governamental brasileira, pode-se afirmar que essa tentativa de alcançar uma sustentabilidade ambiental a partir de ordenamento territorial e gestão ambiental tem sido feita através da elaboração de Zoneamentos Ecológico-Econômico e Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.

Na visão de Carvalho (op.cit.) a bacia hidrográfica tem sido apontada como unidade ambiental adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações concernentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, especialmente no âmbito regional. Sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas.

Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Portanto, em uma bacia hidrográfica devem ser considerados todos os elementos naturais da paisagem, o espaço construído e as estruturas sociais existentes (ZANELLA, 2007).

Grande parte dos problemas ambientais, verificados no território das bacias Metropolitanas do estado do Ceará, que corresponde a uma área de 15.085km² - ou seja, 10% do estado (CEARÁ, 2010) -, possui estreita relação com os adensamentos urbanos, desprovidos de planejamento territorial. Estes adensamentos se desencadearam em decorrência do processo de urbanização vigente, principalmente para o espaço compreendido pela Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) sem a implantação de infraestrutura de

serviços básicos, acarretando uma série de outros problemas ambientais com consequências adversas.

Brandão (1995) afirma que a expansão da malha urbana de Fortaleza-Ceará, associado ao desenvolvimento industrial da RMF, onde vivem 3.615.767 milhões de habitantes (BRASIL, 2010), alcança atualmente 5.794,7km². Este crescimento provocou uma ocupação e exploração desordenadas, sobretudo, pela elevada concentração demográfica, trazendo inúmeros problemas relacionados ao uso e ocupação do solo, refletindo um quadro de degradação ambiental dos seus recursos naturais, comparável ao que ocorre em outros grandes centros urbanos do país.

É nesse contexto que a sub-bacia do rio Pirapora está incluída. Tendo toda sua área inserida na RMF, porção mais urbanizada do estado do Ceará, esta unidade hidrológica apresenta uma grande variedade de feições geomorfológicas que se justificam principalmente por fatores estruturais e climáticos. A referida sub-bacia abrange desde os terrenos cristalinos dos maciços residuais e depressão sertaneja, as coberturas sedimentares cenozóicas como as planícies fluviais e tabuleiros pré-litorâneos. Além disso, tem como uma de suas principais características um grande potencial hídrico voltado para o abastecimento da população, desenvolvimento da agropecuária, floricultura, piscicultura e atividade turística.

Esta sub-bacia vem sofrendo, nas últimas três décadas do século XX e na primeira década do século XXI, grandes impactos negativos relacionados à ocupação humana, a qual tem sido responsável por significativas alterações na paisagem natural, agravando os problemas ambientais, tais como: deslizamentos de encostas; assoreamento de cursos d'água; empobrecimento, adelgaçamento e impermeabilização dos solos; diminuição da produção e produtividade agrícola e extrativismo vegetal e mineral desordenado.

Os vetores de pressão sobre o ambiente na área da sub-bacia do rio Pirapora se traduzem através da ocupação do solo, exploração dos recursos naturais, cargas de resíduos sólidos e líquidos e dos eventos naturais. No contexto estadual é uma das áreas que requer medidas que harmonizem as relações homem e natureza, com a necessária conservação e preservação dos ambientais naturais, como as encostas, nascentes e margens de cursos d'água.

Inúmeros conflitos têm surgidos nos últimos anos, tendo em vista a forte pressão que a sociedade tem exercido sobre os corpos hídricos que recortam o distrito-sede desse município, sobretudo no que diz respeito à especulação imobiliária e às obras de infraestrutura. Ou seja, a produção dos espaços urbanos contrapõe, de um lado, as tentativas

de exploração econômica pelas municipalidades e, de outro lado, a necessidade de preservar os sistemas naturais. Assim, torna-se urgente estabelecer um plano de gerenciamento ambiental que viabilize o desenvolvimento sustentável de toda a área.

Para tal é de fundamental importância caracterizar os problemas socioambientais da sub-bacia do rio Pirapora (Maranguape/Ceará), visando proposta de gestão integrada para minimizar os impactos negativos e riscos ambientais decorrentes das formas de uso e ocupação, envolvendo os diversos setores da sociedade.

Nesse sentido, ao longo da pesquisa apresenta-se uma síntese da caracterização geoambiental, das formas de uso e ocupação e dos principais impactos e riscos associados na área em apreço. Para tanto, priorizou-se a visão de totalidade para a caracterização dos sistemas ambientais e dos conceitos e princípios da ecodinâmica para definição de suas potencialidades e limitações face aos processos produtivos.

Com esse trabalho pretende-se contribuir para o planejamento territorial e a adequada gestão ambiental da sub-bacia do rio Pirapora, partindo do pressuposto de que a degradação ambiental verificada entre os anos de 1970 e 2010 na área foi provocada pelo crescimento demográfico, pelas formas inadequadas de uso dos recursos naturais e ocupação dos solos, os quais afetaram e comprometeram a qualidade de vida da população local, que está diretamente ligada à qualidade do ambiente no município de Maranguape.

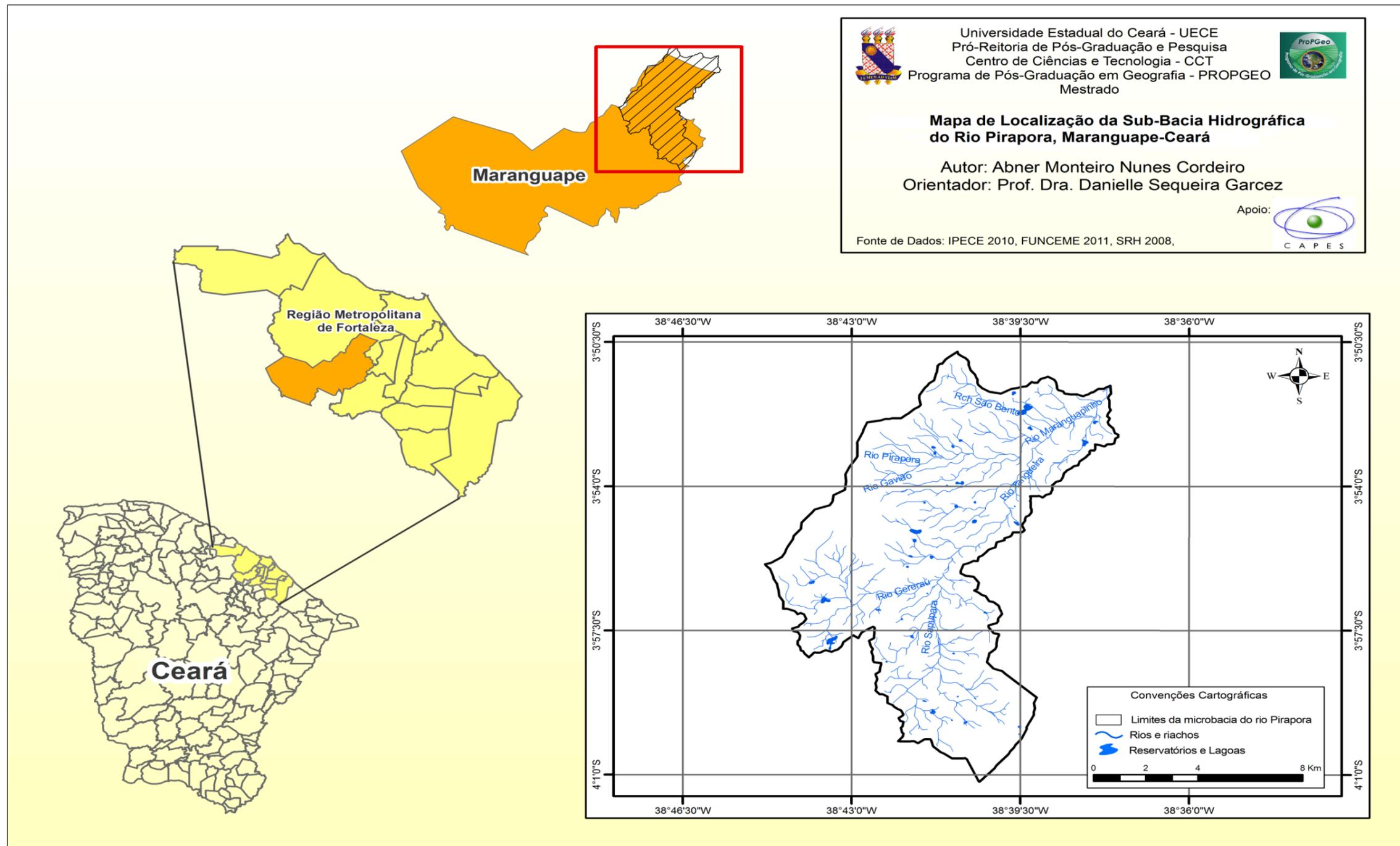
2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, localizada no município de Maranguape-Ceará, delimitada pelas coordenadas 3° 51' 00'' e 4° 01' 30'' de latitude Sul e 38° 37' 30'' e 38° 44' 30'' de longitude Oeste de Greenwich, ocupa a porção centro-sul da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, estendendo-se por uma área de aproximadamente 120km², conforme se visualiza no mapa de localização (Figura 1).

Os rios e riachos que formam a sub-bacia hidrográfica do Pirapora apresentam alta declividade em seu trecho inicial, tornando-se mais suaves na depressão sertaneja. Com suas nascentes situadas nas serras de Maranguape e Aratanha, e tendo como principais afluentes os rios Tangueira, Gereraú e Sapupara, a sub-bacia do Pirapora tem sua área sobreposta aos terrenos do embasamento cristalino (Pré-Cambriano), caracterizando assim, uma drenagem do tipo dendrítica e subdendríticas.

Dada às condições climáticas, grande parte dos cursos d'água são intermitentes sazonais, aumentando seu volume somente na estação chuvosa. Já, a drenagem da vertente centro oriental da serra de Maranguape, assume um regime semiperene e perene em função de condições climáticas mais úmidas. Os recursos hídricos da área objeto de estudo são complementados por pequenas represas localizadas nas vertentes dos maciços cristalinos, e pelos 57 açudes de pequeno e médio porte, localizados na depressão sertaneja semiárida/subúmida.

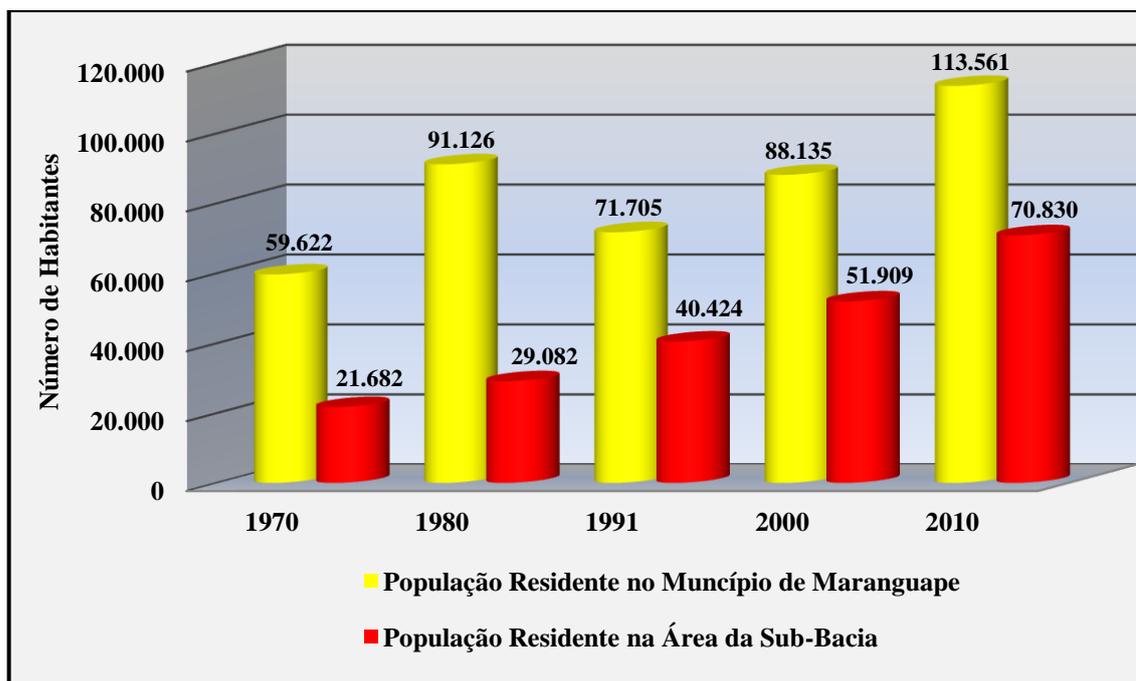
Figura 1 – Mapa de Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



A área da sub-bacia abrange duas unidades de conservação de uso sustentável: APA da Serra de Maranguape, com 71km², conforme Lei Municipal n°. 1.168 de 08/07/1993; e a APA da Serra da Aratanha, com 64,48km², conforme Decreto Estadual n°. 24.959 de 05/06/1998. Tais unidades somam-se a um mosaico diversificado de paisagens, que têm sido submetidas a uma série de atividades inadequadas que tem comprometido progressivamente a sustentabilidade socioambiental.

A sub-bacia em epígrafe drena a sede municipal de Maranguape e o distrito de Sapupara, correspondendo a 20% do território municipal, onde cerca de 62% (70.830 hab.) da população de Maranguape reside (Figura 2). A principal via de acesso da área de estudo está representada pela rodovia estadual CE-065, que liga a capital do estado do Ceará, Fortaleza, ao município de Maranguape (distância de 25km). Outras estradas secundárias, calçadas com paralelepípedos e/ou carroçáveis e de acesso precário, permitem cruzar a sub-bacia em várias direções, possibilitando acesso durante todo o ano a toda a área de pesquisa.

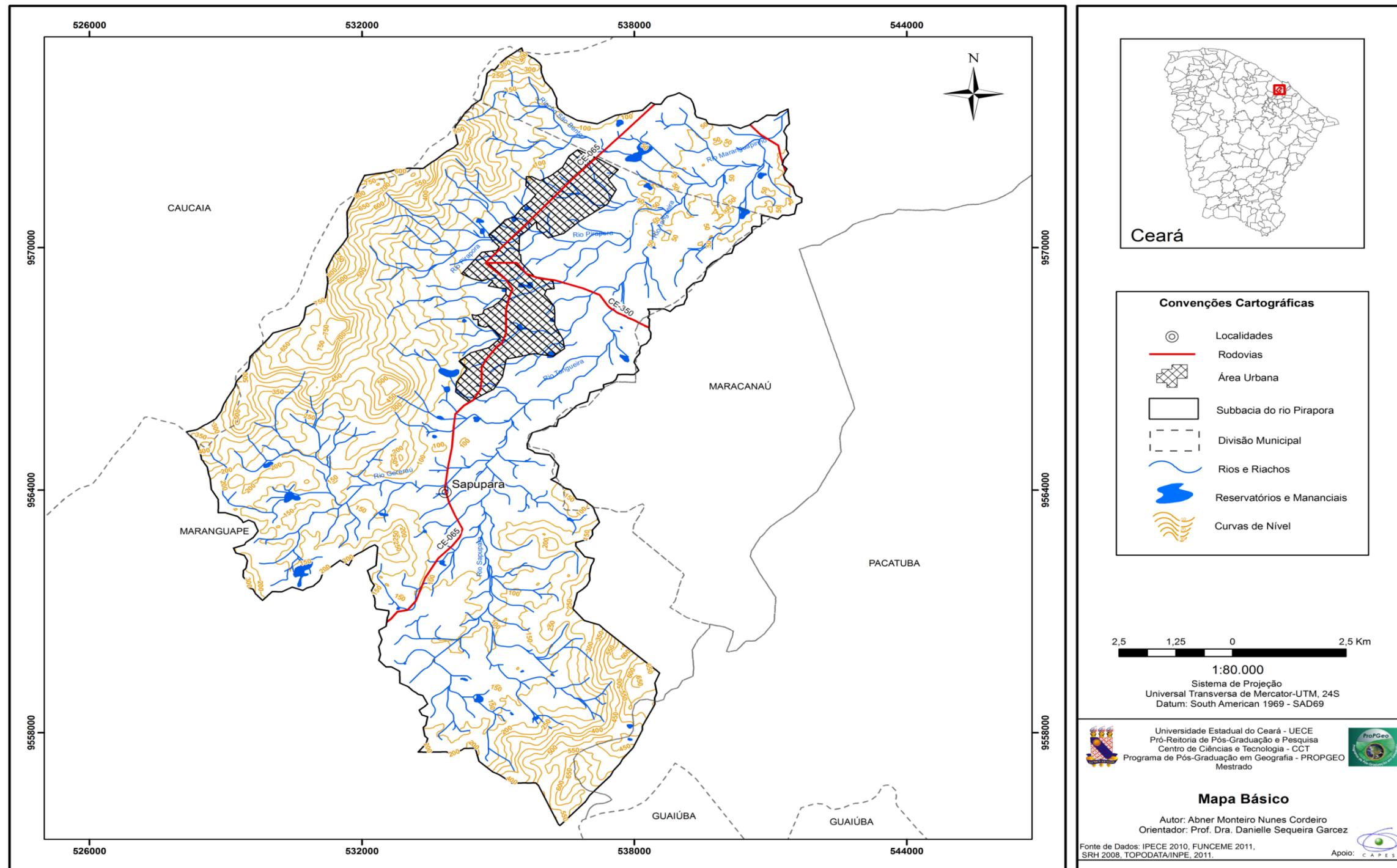
Figura 2 – Evolução do crescimento demográfico do município de Maranguape e da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, no período de 1970 a 2010, Maranguape-Ceará.



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em BRASIL (1970-2010).

Na Figura 3 são apresentadas algumas características básicas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, tais como curvas de nível, rede de drenagem, sede municipal de Maranguape e a localização do distrito de Sapupara.

Figura 3 – Mapa Básico da Sub-bacia do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Fundamentação teórica

No estudo da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, optou-se pela análise integrada da paisagem, com enfoque geossistêmico, visto que sua aplicação possibilita uma abordagem integrada, interdisciplinar, dos diversos componentes da paisagem. Ou seja, adotou-se um procedimento capaz de privilegiar a relação sociedade-natureza sob uma ótica sistêmico-holística, importante para a compreensão e o entendimento do ambiente, a fim de que se pudessem levantar dados ambientais como potencialidades, limitações, problemas de uso e estado atual de conservação dos recursos naturais. Estas são informações imprescindíveis na elaboração de propostas que visam compatibilizar a conservação dos recursos naturais com o desenvolvimento das atividades socioeconômicas, de modo a fornecer subsídios para planejamento territorial e a adequada gestão ambiental.

Conforme assinala Mendonça (2010):

“O desenvolvimento, no Brasil, do tratamento da temática ambiental dentro da geografia e segundo uma concepção que inter-relaciona sociedade e natureza, ou seja, tratando a natureza sob o ponto de vista da dinâmica natural das paisagens em interação com as relações sociais de produção, foi algo que se deu muito lentamente durante as décadas de 70 e 80, em função do que se poderia desejar, principalmente quando se observa que tal desenvolvimento se deu única e exclusivamente dentro da geografia física” (MENDONÇA, 2010, p. 62).

Para Tropmair (1985) os geógrafos não devem estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades. A geografia física pode ocupar posições firmes na moderna geografia aplicada, apoiada no planejamento de desenvolvimento socioeconômico do país, sugerindo medidas para o desenvolvimento e reconstrução de seus territórios (ROSS, 2006).

A diferença notável na abordagem contemporânea é que a sociedade, enquanto produtora de ações transformadoras do quadro natural, influenciando-o e sendo influenciada por ele, é incorporada aos estudos da geografia física (MENDONÇA, op.cit.). Assim, a ação antrópica é dada como elemento componente do quadro natural através da relação de troca de forças e energias entre a sociedade e a natureza.

Conforme assinala Gorayeb (2008), a concepção dialética sobre a interação entre as condições naturais e a produção social determina os princípios metodológicos da investigação geográfica.

Portanto, no intuito de facilitar a compreensão do estudo proposto, faz-se necessária uma explanação sobre a fundamentação teórica utilizada na presente pesquisa, com o objetivo de esclarecer as temáticas referentes à análise geoambiental, concepção geossistêmica, análise ecodinâmica e bacias hidrográficas.

3.1.1 Análise geoambiental

O conceito de sistema, segundo Bertalanffy (2010), invadiu todos os campos da ciência e penetrou no pensamento popular, na gíria e nos meios de comunicação de massa. Para o autor, de uma maneira ou de outra, somos forçados a tratar com complexos, com “totalidades” ou “sistemas” em todos os campos de conhecimento. Isto implica uma fundamental reorientação do pensamento científico.

Portanto, para Bertalanffy (op.cit.), “sistemas” são complexos de elementos em interação, onde “o todo é mais que a soma das partes”. O significado desta expressão consiste simplesmente em que as características construtivas não são explicáveis a partir das características das partes isoladas.

As propriedades do todo surgem somente quando ocorrem as relações entre as partes. Os sistemas representam um conjunto de objetos ou entidades, interligados por relações mais estreitas do que as que se estabelecem isoladamente. Portanto, quando os elementos são estudados de forma isolada, imediatamente as propriedades são destruídas, pois a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes.

Já na visão de Tricart (1977), sistema é o conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, que originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. O autor conclui afirmando que os sistemas apresentam propriedades que lhes são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes. Sendo que uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema. O conjunto das relações entre estes elementos e entre seus estados constitui a estrutura dos sistemas.

Tricart (op.cit.) considera a adoção da abordagem sistêmica como o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar as questões ambientais, ou seja, um novo modo de ver, pensar e trabalhar a problemática ambiental, pois permite a integração de conhecimentos anteriormente isolados, dispersos em várias disciplinas. Portanto, a análise sistêmica se mostra como uma ferramenta importante para a compreensão e o entendimento do ambiente.

A abordagem sistêmica considera o sistema como o conjunto de unidades que têm relações entre si. A palavra conjunto, segundo Christofolletti (1979) implica que as unidades possuem propriedades comuns, sendo que o estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades. Portanto, a organização do conjunto depende das inter-relações mantidas entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior que a soma de suas partes.

A Teoria Geral dos Sistemas, inicialmente aplicada por Defay (1929) na termodinâmica e por Bertalanffy (1947) na biologia teórica, serviu como referencial básico para qualquer estudo que se proponha integrar os componentes do sistema geoambiental e encaixou-se perfeitamente dentro da geografia física, ciência que vem buscando essa visão integradora dos componentes naturais, possibilitando a elaboração de diagnósticos direcionados ao planejamento ambiental.

Sua aplicação dentro da análise ambiental foi uma ótima forma de superar os problemas relacionados à parcialidade gerada pelos estudos isoláveis, separativos da paisagem, ajudando na organização das informações setorizadas, permitindo uma concepção totalizante, integradora ou holística dos componentes geoambientais.

Na incorporação pela geografia física da Teoria Geral dos Sistemas em seu corpo teórico-metodológico, o foco de seus estudos passa a ser a paisagem em sua dinâmica, funcionalidade e organização. Estudar essa dinâmica e a organização espacial hierarquizada que dela deriva é o objetivo da geografia física (VEADO, 1995).

Dentro dessa perspectiva, a análise ambiental integrada tem desempenhado um papel de fundamental relevância para obtenção de informações sobre os componentes da paisagem, tendo a geografia física uma grande importância no seu desempenho.

Para Souza (2007), a análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais, das ciências da Terra, que conduz a uma percepção geral do meio natural em que vive o ser humano, pois a natureza desconhece a divisão formal das ciências. Visa-se a análise dos elementos que compõem a natureza não por si mesmos, mas também por suas conexões (SOUZA, 2011).

Até a primeira metade do século XX, deu-se excessiva ênfase aos estudos setoriais ou analíticos dos diversos componentes naturais, desvirtuando, de certo modo, a tendência de integração dos componentes geoambientais perseguida e concretizada por naturalistas do século XVIII e geógrafos do final do século XIX e início do século XX. Para

Souza (2007), os estudos setoriais conduzem a um reconhecimento da realidade ambiental, embora seja um conhecimento parcial, incompleto.

Os estudos integrados não pretendem contestar ou minimizar a importância dos estudos setorializados, muito pelo contrário, é somente através de análises setoriais que se pode chegar à síntese de organização dos componentes geoambientais.

Avaliando os recursos naturais, do estado do Ceará, em função das relações de interdependência entre os componentes naturais, requisito para a análise ambiental integrada, SOUZA (op.cit.) adota a abordagem sistêmica, viabilizando as análises de inter-relação de causa e efeito para definir a sensibilidade e a resistência do ambiente (capacidades de suporte) em face das ações antrópicas. O uso dos recursos naturais exige cada vez mais o conhecimento da natureza e das relações sociais e ecológicas existentes no espaço e no tempo (CRUZ, 1985).

A concepção de análise geoambiental parte da teoria dos geossistemas, que considera a forma como se organizam e se inter-relacionam os diversos elementos ou componentes da natureza de ordem geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e fitogeográfica. Ao considerar a dinâmica de inter-relação dos componentes geoambientais, eliminam-se assim as perspectivas dos estudos sobrepostos, que predominavam até a primeira metade do século XX. Esta concepção, ao invés de considerar a análise setorializada dos componentes ambientais privilegia a inter-relação dos diversos elementos em busca de uma totalidade.

3.1.2 Concepção geossistêmica

A introdução da Teoria Geral dos Sistemas na geografia física permitiu que se definisse com muita exatidão, o seu objeto de estudo, o geossistema. Christofolleti (1979) salienta que a geografia física estuda a organização espacial dos sistemas do ambiente físico ou organização espacial dos geossistemas. Além disso, assinala que no âmbito da geografia, todos os setores estão sendo revitalizados pela utilização da abordagem sistêmica.

Troppmair (1985) conclui afirmando que a geografia física focaliza os atributos espaciais dos sistemas naturais, particularmente na medida em que se relacionam com a humanidade. Portanto, a introdução da visão sistêmica na geografia física possibilitou uma nova forma de compreender como os elementos estabelecem suas relações de forma a produzir e organizar o espaço geográfico.

A década de 1960 foi, na antiga União Soviética, a época do desenvolvimento do estudo da geografia física como disciplina independente e foram iniciados os estudos dos geossistemas de paisagens geográficas complexas (CRUZ, 1995). Em 1962, Victor B. Sotchava introduz o termo geossistema na Geografia Física.

Já em 1976, afirmou que a geografia física tem-se enriquecido com a noção de geossistema, baseada nos princípios sistêmicos. Para o autor, a principal concepção do geossistema é a conexão da natureza com a sociedade humana. Ou seja, o estudo não deve ficar restrito a morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas extrapolar para o estudo da sua dinâmica, não deixando de lado a conexão entre o ser humano e a natureza.

Conforme Sotchava (*in* CRUZ, 1985, p. 57):

“Os geossistemas são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem, uma unidade dinâmica que apresenta uma organização geográfica própria, classificando os geossistemas em homogêneos ou diferenciados”.

Na França, Bertrand (1972) baseado na concepção de biorresistência do pedólogo alemão Erhart (1966), cuja teoria liga a evolução dos solos à cobertura vegetal e às condições de evolução do relevo e seus processos associados, aperfeiçoa o conceito de geossistema, dando a este uma conotação mais precisa, possibilitando situá-lo numa escala compatível com a humana, por exemplo, a histórica (SOUZA, 2000). Assim, Souza (1985) observa que o potencial ecológico, exploração biológica e a ocupação antrópica constituem dados instáveis com efetiva variação têmporo-espacial.

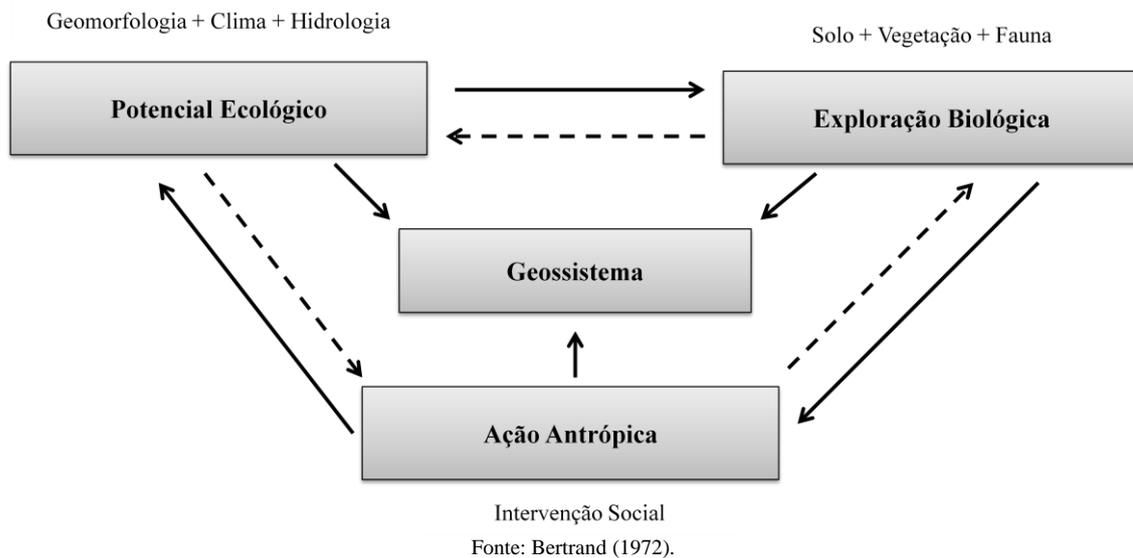
Bertrand (1972) cita que o geossistema possui boa base para estudos de organização do espaço, sendo compatível com a escala humana. O autor acrescenta, “geossistema está em clímax quando há equilíbrio entre o potencial ecológico e exploração biológica”, ou seja, quando o pleno desenvolvimento da cobertura vegetal estabelece uma relação direta e evidente com a expressão biológica (ROSS, 2009). Bertrand justifica graficamente que o geossistema resulta das relações dinâmicas existentes entre o potencial ecológico, exploração biológica e ação humana, formando uma unidade de paisagem (Figura 4).

Ideia semelhante expressa Souza (2011, p. 23) quando afirma: “o geossistema é um sistema geográfico natural ligado a um território e deriva das relações mútuas entre os componentes do potencial ecológico e da exploração biológica e destes com a ação antrópica”. Das relações entre tais componentes criam-se condições para uma exploração

biológica, resultando em um espaço onde o uso e a ocupação pelo homem tendem a adquirir características próprias (SOUZA, 2007).

O geossistema, para Bertrand (1972) é o resultado da combinação dinâmica da integração de todos os componentes geoambientais, associados à interferência humana que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Porém, o estudo do geossistema não visa a paisagem propriamente dita, e sim, as inter-relações que existem no seu interior. O homem atua neles e estabelece uma infindável variedade de fatores de ordem socioeconômica, que levam, hoje em dia, o geossistema a apresentar formas diferentes de evolução (VEADO, 1995).

Figura 4 – Esboço da proposta do método geossistêmico, modificado por Bertrand (1972), destacando a influência da ação antrópica na sua inter-relação com os outros elementos da paisagem.



Por outro lado, Troppmair (1981) define geossistema como um sistema natural complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo ser humano. Para o pesquisador, a paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio geossistema.

Nessa perspectiva, os geossistemas ou unidades geoambientais, são o resultado da combinação do potencial ecológico (fatores morfoestruturais e hidroclimáticos), exploração biológica (solos, cobertura vegetal, fauna) e ação antrópica (intervenção social), interagindo dialeticamente umas sobre as outras.

Souza (op.cit.) afirma que por sua variação interna e por sua estrutura, o geossistema não apresenta, necessariamente, uma homogeneidade fisionômica. Via de regra ele é formado por paisagens diferentes que, em geral, constituem os estágios da sua evolução.

Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estas serão perceptíveis apenas em microescala e nunca com tal intensidade que o geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer (TROPMAIR, 1981).

A necessidade de se hierarquizar as unidades de paisagem também foi abordada pela concepção geossistêmica. Ao tratar das demarcações das unidades de paisagens, Bertrand (1972) considerou todas as delimitações geográficas arbitrárias. O autor propôs um sistema taxonômico completo para classificar as unidades de paisagem, em função da escala de tratamento das informações, onde as subdividiu em unidades superiores e inferiores.

As unidades superiores compreendem a zona, domínio e região natural, da maior para menor, e estão ligadas principalmente às condições climáticas, estruturais e grandes biomas. As unidades inferiores são a base de sua proposta de estudo: o geossistema, geofácies e o geótopo. Estas unidades estão situadas numa escala socioeconômica, ou seja, onde se faz sentir, mais evidentemente, os efeitos da intervenção social, e onde se encontra a maior parte dos fenômenos que resultam em combinações dialéticas formadoras das paisagens, particularmente úteis aos estudos geoambientais.

O estudo dos geossistemas fornece elementos para o conhecimento sobre a estrutura e funcionamento da paisagem, proporcionando um planejamento físico-territorial racional não só com perspectiva socioeconômica, mas também ambiental, de acordo com a capacidade de resiliência e homeostase de cada sistema ambiental.

Desse modo, Ross (2009) afirma que para ocorrer um planejamento econômico e ambiental de um território é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos, e as fragilidades dos ambientes naturais. Ou seja, “é imprescindível uma pesquisa sobre as fragilidades e potencialidades ambientais integradas das relações da sociedade com a natureza, pois pressupõe o entendimento da dinâmica do ambiente natural com ou sem intervenções humanas” (ROSS, 2009, p. 53).

3.1.3 Ecodinâmica do ambiente

A noção de dinâmica dos geossistemas possibilita a classificação destes de acordo com o seu estado ou estados sucessivos, sendo possível propor hipóteses sobre sua dinâmica futura, característica essencial para o planejamento (RODRIGUES, 2001).

Em 1977, Tricart propôs uma classificação ecodinâmica ou meios morfodinâmicos para avaliar as condições de estabilidade/instabilidade dos ecossistemas e/ou geossistemas/geofácies, desencadeadas por intervenções geradas pela ação do componente morfogênico (que produz instabilidade) e/ou pedogênico (que conduz a uma evolução dos solos). Com a ecodinâmica, segundo Ross (2006), tomou-se conhecimento de um novo modo de ver a natureza e a sociedade por uma abordagem integrada entre as questões naturais e sociais.

A ecodinâmica das paisagens preconizada por Tricart (1977) constitui instrumento para justificar a maior ou menor estabilidade do ambiente, com vista ao ordenamento territorial. O conceito de unidade ecodinâmica é ancorado na Teoria Geral dos Sistemas, enfocando as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental e os fluxos de matéria e energia existentes no ambiente.

Seu objetivo é mostrar que a avaliação desses ambientes deve ser feita sempre pela óptica dinâmica em função da intensidade dos processos atuais (balanço morfogênese-pedogênese). Assim, foram apontados por Tricart (op.cit.) os seguintes meios ecodinâmicos: os estáveis, intergrades ou de transição e os fortemente instáveis.

Para o autor, os meios estáveis apresentam fraco potencial erosivo decorrente da estabilidade morfogenética, favorecendo a pedogênese, e somente medições difíceis de serem realizadas poderiam colocar a evolução em evidência. Nos meios fortemente instáveis, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural e fator determinante do sistema natural ao qual outros elementos estão subordinados. Já os meios de transição são caracterizados por uma ação simultânea dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, onde a dinâmica atual pode tender a uma ou outra condição de estabilidade.

Tendo como base os critérios da ecodinâmica, e fazendo as necessárias adaptações às características naturais do estado do Ceará, Souza (2000) diz que com base no potencial de recursos naturais, nas principais limitações de uso e no estado atual de conservação daqueles recursos é possível diagnosticar a baixa, moderada ou alta susceptibilidade / vulnerabilidade ambiental das unidades geoambientais, guiadoras das formas de uso e ocupação da terra. O autor também estabeleceu as seguintes categorias de sustentabilidade: muito baixa, baixa, moderada e alta.

Para este estudo, cada uma das categorias foi relacionada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos impactos gerados por processos

de degradação. Com o enquadramento dos geossistemas e geofácies em uma determinada categoria de meio, foi possível detectar o grau de vulnerabilidade dos ambientes.

Já a análise da sustentabilidade das unidades geoambientais, sob o ponto de vista do ambiente e dos recursos naturais, foi estabelecida, segundo Souza (2000), em conformidade com as seguintes condições: potencialidade e limitações de uso dos recursos naturais disponíveis; condições ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental; e indicadores quanto ao uso compatível do solo.

Com base nesses princípios torna-se possível o entendimento dos processos naturais atuantes e dos processos sociais presentes na área de estudo, as principais limitações de uso e seu estado de conservação, podendo indicar a tendência da evolução dos geossistemas e prognosticar cenários futuros.

Conforme assinala Almeida (2005), o tratamento da questão ambiental passa por uma análise integradora dos fatores que a compõem, como a questão social, a questão político-econômica e a questão ecológica. Assinala ainda que dada as atuais condições sociais e as contradições impostas pelo modo como a sociedade se produz, é preciso propor alternativas de equalização dos contrastes socioambientais presentes.

3.1.4 Bacia hidrográfica como unidade de pesquisa

Os problemas ambientais evidenciam em grande medida as derivações da relação sociedade-natureza, nas mais diversas escalas de análise, onde o objetivo mais recente tem sido conceber estratégias de aproveitamento e utilização dos recursos naturais de maneira mais proveitosa e com menor impacto possível, compatibilizando atividades econômicas com qualidade de vida.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

Vários estudiosos destacam a bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação.

Conforme assinala Carvalho (2009), a bacia hidrográfica tem sido apontada como unidade ambiental adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações concorrentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, especialmente no âmbito regional. Assinala ainda que o seu conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da bacia hidrográfica, bem como as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais, sociais e culturais.

A bacia hidrográfica constitui uma unidade natural básica de planejamento, onde a ação integradora das diferentes formas de uso e manejo devem ser vistas sob a ótica sistêmica, na qual cada componente pode influenciar ou ser influenciado pelos demais (GUERRA & BOTELHO, 2011).

Nesta mesma perspectiva, Cunha & Guerra (2010) veem na bacia hidrográfica a unidade integradora das condições naturais e atividades humanas nela desenvolvida, que deve ser administrada com esta função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados. Os autores alertam para o fato de que mudanças ocorridas no interior das bacias de drenagem podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos anos, o ser humano tem participado como um agente acelerador dos processos modificadores e de desequilíbrios da paisagem.

Diversas definições de bacia hidrográfica foram feitas ao longo do tempo. Percebe-se nesses autores, grande semelhança e consideração deste recorte espacial, baseado na área de concentração de determinada rede de drenagem. Entretanto, as definições que envolvem as subdivisões da bacia hidrográfica, em sub-bacia e microbacia, apresentam abordagens diferentes tocando fatores que vão do meio físico ao ecológico.

Segundo Coelho Netto (2009), bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para um único ponto de saída comum ou ponto terminal, o exutório. Para a autora o limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de água, a partir de um ponto de saída.

Numa perspectiva meramente hidrológica, o conceito clássico de bacia hidrográfica explicita um conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes. De acordo com Pires, Santos & Del Prette (2009) esse conceito, dado a sua fragilidade em abranger aspectos sociais e ambientais, vem se expandindo para uma análise mais abrangente, uma vez que a bacia hidrográfica tornou-se uma unidade de planejamento e gerenciamento ambiental que integra tanto aspectos bióticos como antrópicos.

Christofoletti (1979) já destacava o caráter sistêmico da bacia hidrográfica concebido como um sistema aberto que recebe influência de outros subsistemas como o substrato geológico, pedológico e climático. Para Botelho (1999), o arranjo da rede de drenagem é o reflexo de um conjunto de variáveis físicas, como o clima, relevo, solos, substratos rochosos e vegetação.

Segundo Guerra, Silva e Botelho (1999), a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade natural, correspondendo a uma determinada área da superfície terrestre, cujos limites são criados em função da drenagem, escoamento superficial e subsuperficial das águas, no decorrer do tempo. Portanto, a bacia de drenagem resulta da interação da ação das águas com vários outros elementos da paisagem (topografia, geomorfologia, clima, vegetação e solo). Das diversas interações estabelecidas entre todos esses elementos, explica-se, em grande parte a gênese e a fisiologia das bacias hidrográficas.

Na prática, a utilização do conceito de bacia hidrográfica consiste na determinação de um espaço físico funcional, sobre o qual devem ser desenvolvidos mecanismos de gerenciamento ambiental na perspectiva do desenvolvimento ambiental sustentável (PIRES, SANTOS & DEL PRETTE, 2009). Sendo assim, a bacia de drenagem representa uma unidade ideal de planejamento de uso das terras.

De acordo com Christofoletti (1999), as bacias hidrográficas possuem expressividade espacial, constituindo sistemas ambientais complexos em sua estrutura, funcionamento e evolução. O autor conclui afirmando que as bacias de drenagem são unidades fundamentais para mensuração dos indicadores geomorfológicos, para a análise da sustentabilidade ambiental baseada nas características do geossistema e do elemento socioeconômico.

Esta linha de pensamento também é seguida por Cunha & Guerra (2010), que enfatizam que a bacia de drenagem tem, também, papel fundamental na evolução do relevo uma vez que os cursos d'água constituem importantes modeladores da paisagem.

A bacia hidrográfica pode ser dividida em sub-bacias e microbacias, termos incorporados na literatura técnico-científica, as quais são unidades de estudo e planejamento, definidas operacionalmente em função das aplicações a que se destinam (FERNANDES & SILVA, 1994). Todavia, não apresentam a mesma convergência conceitual apresentada para a bacia hidrográfica.

Discorrendo sobre o tema, Fernandes & Silva (op.cit), destacam que as abordagens de planejamento e gestão, que utilizam a bacia hidrográfica como unidade básica

de trabalho são mais adequadas para compatibilização da produção com preservação ambiental, pois a mesma é uma unidade natural geográfica, possuindo características biogeofísicas e sociais integradas. Conforme os mesmos autores, a bacia hidrográfica é o local onde os problemas se manifestam, sendo que as pessoas que ali residem são ao mesmo tempo as causadoras e vítimas dos problemas criados.

De acordo com Coelho Netto (2009):

“A bacia hidrográfica pode desenvolver-se em diferentes tamanhos, que variam desde bacias com milhões de km² até bacias com poucos metros quadrados. Estas, podendo também ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de vista considerado. Bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir dos diversos divisores de drenagem principais e drenam em direção a um coletor principal, constituindo um sistema de drenagem organizado” (COELHO NETTO, 2009, p. 98).

Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, dentro de uma determinada malha hídrica, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia (CARVALHO, 2009). Para o autor os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos. Devido a essa interligação natural, as bacias hidrográficas são excelentes unidades de planejamento e gerenciamento.

O termo bacia hidrográfica faz referência a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado por um curso d'água principal e seus afluentes (FERNANDES & SILVA, 1994). Portanto, os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada rede de drenagem.

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes, sub-bacias e microbacias, permite, de acordo com Carvalho (2010), a pontualização de problemas difusos, facilitando a identificação de focos de degradação de recursos naturais, dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente.

A gestão de bacias hidrográficas deve estar baseada em informações técnico-científicas fornecidas através do conhecimento da estrutura ambiental e na compreensão dos processos e fatores que intervêm sobre a unidade de análise. Ou seja, para conseguir a união de todos os aspectos inerentes para uma interpretação e análise dos contextos físicos e sociais dentro da bacia hidrográfica é necessário um planejamento das suas ações de forma integrada.

Utilizar racionalmente os recursos naturais de uma bacia hidrográfica significa estabelecer diretrizes de planejamento e gerenciamento dos mesmos, reconhecendo-os pela sua função social. A utilização deve assegurar padrões de qualidade satisfatórios para a

população atual e para as gerações futuras, como também a compatibilização da proteção do ambiente ao desenvolvimento local e regional.

A bacia hidrográfica corresponde a um sistema complexo. Por esta razão, a abordagem sistêmica dentro dos aspectos utilizados na presente pesquisa torna-se um instrumento lógico de que se dispõe para estudar os problemas do ambiente.

3.2 Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de levantamento de informações e dados existentes referentes às características socioambientais da área objeto de estudo, onde foram selecionadas as informações mais relevantes e que pudessem colaborar para a análise integrada da região.

Os procedimentos metodológicos adotados foram divididos em cinco etapas. Na primeira foram realizadas consultas a documentos disponíveis em órgãos públicos e instituições de referências, com a finalidade de obter informações e dados a respeito do tema e da área de estudo, e que tiveram dois direcionamentos.

No primeiro direcionamento buscaram-se fontes bibliográficas que pudessem constituir a fundamentação teórica: questões relacionadas à geografia física, análise geoambiental, teoria sistêmica, geossistema, ecodinâmica e bacia hidrográfica.

No outro, objetivou-se obter informações referentes às especificidades da área ocupada pela sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora e do próprio município de Maranguape. Nesta etapa, procedeu-se também, a triagem e a formação de um banco de dados do material disponibilizado, o qual subsidiou levantamentos de informações sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, referentes à sub-bacia do rio Pirapora.

Tomando como base os trabalhos de campo, informações e descrições contidas em diversos trabalhos técnicos por Arruda (2001), Bastos (2005), Brandão (1995), Ceará (2002), Ipece (2010, 2011), Fernandes (1998), Pereira & Silva (2007), Souza (2000, 2007) e Sudene (1972), foi possível estabelecer uma breve descrição das características dos componentes naturais e sua distribuição espacial.

A segunda etapa consistiu na obtenção de dados da base cartográfica, imagens de satélites, fotografias aéreas e mapas temáticos da área, que auxiliaram na identificação das

características geoambientais do território da sub-bacia hidrográfica e que serviram, também, de base para a construção de um banco de dados georreferenciados sobre a área.

Os procedimentos relativos ao material geocartográfico foram executados em etapas envolvendo a aquisição e tratamento dos dados. A aquisição foi procedida junto às instituições e órgãos governamentais (CPRM, FUCEME, IBGE, INPE, IPECE, SEMACE, SUDEME/DSG, SRH). Após a aquisição dos dados coletados foram procedidas atividades de tratamento e manipulação.

Desta forma, no presente estudo utilizaram-se os seguintes materiais cartográficos e equipamentos que pudessem manipular e processar, organizar e apresentar adequadamente o conjunto de dados trabalhado:

- Imagem do satélite francês SPOT 5, resolução espacial 5 metros, composição 432 (RGB), ano 2003;
- Aerofotos de nº 1534, 1535, 1536 e 1537, ano 1958, escaneadas na escala de 1: 25.000, fornecidas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM);
- Aerofotos de nº 3668, 3669 e 3670, faixa 07, ano 1975, escaneadas na escala de 1:50.000, fornecidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA);
- Mapa municipal de Maranguape em formato digital, fornecido pelo IPECE, ano 2011;
- Folha sistemática planialtimétrica da SUDENE/DSG na escala: 100.000, ano 1971, folha Fortaleza (SA-24-Z-C-IV);
- Mapas temáticos do Projeto Radam Brasil – folha SB. 24 Fortaleza, ano 1981;
- Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza na escala de 1: 150.000, CPRM, ano 1996.
- Mapa geológico do estado do Ceará na escala 1: 500.000, CPRM, ano 2003;
- Mapa exploratório de solos do estado do Ceará na escala de 1: 600.000, SUDENE, ano 1972;
- Mapa de unidades geoambientais do zoneamento ambiental e plano de gestão das APA's das Serras de Maranguape e Aratanha, convênio SEMACE/FCPC, ano 2002;
- Base cartográfica digital do IPECE (2010), IBGE (2009), INPE (2011), FUNCEME (2011) e base da SRH (2010), retificada por interpretação visual a partir do mosaico de imagens do Google Earth e da imagem de alta resolução SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre);

- Imagens orbitais de alta resolução retiradas do mosaico de imagens do Google Earth 2010, georreferenciadas de acordo com o sistema de projeção Universal Transverso de Mercator-UTM, Datum, South American 1969-SAD69;
- Software Spring versão 5.0.6, elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Equipamentos de campo e escritório: notebook Dell inspiron 14R 750, processador Intel Core i5, com 4GB de RAM, HD 500GB, monitor 14 pol.; impressora HP photosmart C4480; GPS map Garmin 78s; câmara fotográfica digital Sony DSC-W350 e fichas de campo.

A utilização do geoprocessamento neste trabalho foi feita com o intuito de se obter dados espaciais, nos quais a catalogação em campo seria inviável. Portanto, a atualização da base cartográfica e produção da cartografia temática foram procedidas através de técnicas de sensoriamento remoto e trabalhos de campo, devidamente apoiados por receptor de navegação do sistema GPS (Global Position System).

Na terceira etapa, de posse da base cartográfica, foram realizadas atividades de campo, no período de maio de 2010 a agosto de 2012, onde se pesquisaram os aspectos socioeconômicos, principais formas de uso e ocupação e levantamento das condições ambientais, com observações diretas da estrutura e dinâmica de cada uma das unidades delimitadas e identificadas, sendo utilizado entre os materiais: GPS map Garmin 78s, câmara fotográfica digital Sony DSC-W350 e fichas de campo. Também foram realizadas, nesta etapa, coleta de informações nas secretarias municipais e, junto aos agentes de saúde e fiscais do controle urbano do município de Maranguape que atuam na área da sub-bacia do rio Pirapora.

As jornadas de campo serviram inicialmente para reconhecimento da área de estudo, localização precisa das nascentes fluviais e para constatar a veracidade das informações obtidas no geoprocessamento, nas instituições públicas e para aprofundar o estudo da caracterização da área a partir do preenchimento de fichas de campo e informações coletadas junto à população local, onde pôde-se observar o estado atual do ambiente da sub-bacia do rio Pirapora.

Na quarta etapa todos os dados obtidos até o momento, junto às instituições públicas de referência e nas pesquisas de campo, foram organizados e interpretados de forma a integrar a ação de todos os processos atuantes em consequência das transformações ocorridas no ambiente. Assim foram confeccionados vários documentos, como o mapa base

de drenagem da sub-bacia do rio Pirapora, mapas temáticos e tabelas síntese temáticas, referentes aos aspectos físicos e socioeconômicos.

Os limites da sub-bacia foram definidos conforme critérios geomorfológicos e hidrográficos. Já a cartografia temática foi confeccionada após a elaboração do mapa-base, levando-se em consideração a necessidade de apresentar espacialmente as principais características naturais e sociais da sub-bacia, ou seja, ilustrar os resultados obtidos com a pesquisa. Os mapas temáticos foram elaborados na escala 1: 80.000.

Os mapas hipsométrico e de declividade tiveram como base o modelo digital de elevação-MDT e foram gerados a partir dos dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponibilizados gratuitamente pelo TOPODATA/INPE. Para o mapa hipsométrico foram adotados os intervalos: 1. 40-140m; 2. 140-240m; 3. 240-340m; 4. 340-440m; 5. 440-540m; 6. 540-640m; 7. 640-740m; 8. 740-840m; 9. 840-920m. No mapa de declividade foram adotados os intervalos estabelecidos pela EMBRAPA (1999): A- 0 a 3° (relevo plano); B- 3 a 8° (relevo suave ondulado); C- 8 a 20° (relevo ondulado); D- 20 a 45° (relevo forte ondulado); E- > 45° (relevo montanhoso/escarpado).

Já na confecção do mapa de uso e ocupação do solo não foram utilizadas técnicas de classificação digital de imagens, pois os resultados poderiam ser comprometidos devido à complexidade das formas de ocupação e uso da terra em toda a sub-bacia do rio Pirapora. Portanto, foi realizada a interpretação visual das imagens, associadas a checagens de campo para identificação da verdade terrestre.

Na avaliação da disponibilidade hídrica da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, utilizou-se o programa desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas (DCE) – ESALQ/USP, ano 1998, com base em Thornthwaite & Mather (1955).

O programa em questão utiliza os valores de temperatura do ar (T °C), estimada pelo programa CELINA (desenvolvido por COSTA, 2006), e a precipitação pluviométrica (P mm). Com base nesses valores, estima-se a quantidade de água consumida através do processo de evapotranspiração potencial (ETP mm); a água no solo é contabilizada enunciando os períodos de déficit hídrico (DEF mm) e também os períodos de excesso hídrico (EXC mm). O balanço hídrico, além da evapotranspiração em milímetros, permite estimar a evapotranspiração real (ETR mm) e as etapas de reposição de água no solo (ARM).

Após a catalogação de todos os dados de campo, do geoprocessamento e de gabinete, é de fundamental importância a organização de todos os dados coletados para que se possa aperfeiçoar a análise, a partir de uma visão integralizadora. Por fim, a quinta etapa é a

composição do relatório final, que advém de todo o processo da discussão e inter-relação dos resultados anteriores. Nessa fase, fez-se uso de materiais como: notebook Dell inspiron 14R 750, impressora HP photosmart C4480, papel A4, cartuchos de tinta, programa editor de texto Microsoft Office Word 2007, editor de planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2007 e de fotografias Microsoft Office Picture Manager.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPORA

Para a realização dos estudos ambientais integrados na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora é necessário a compreensão da dinâmica de funcionamento do ambiente natural e das intervenções humanas. O grau de alterações nos diferentes componentes da natureza possui cada vez mais intensidade e complexidade, devido aos avanços tecnológicos. Com isso, acentuou-se o grau de modificações na funcionalidade, promovendo graves processos degenerativos ao ambiente natural. Tanto para organização, quanto para reorganização do território, é necessário um diagnóstico preliminar, levando-se em conta a avaliação integrada das características geoecológicas regionais (ALMEIDA, 2005).

No processo histórico-geográfico de ocupação e transformação do território cearense, as condições naturais e as formas de uso sempre estiveram inter-relacionadas (PEREIRA & SILVA, 2007). Desta forma, os problemas socioambientais verificados no município de Maranguape e na área em epígrafe também são resultantes dessas interações.

Para realizar um estudo geoambiental, é fundamental que se compreenda a influência de cada um dos componentes da natureza, relacionados à geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, pedologia e fitoecologia, sob uma ótica sistêmica, associados aos fatores socioeconômicos. Esses componentes geoecológicos influenciam a dinâmica hidrológica da sub-bacia, os processos morfodinâmicos da superfície, as formações pedológicas e as características fitogeográficas.

A caracterização das condições geoambientais de determinada área é significativa no sentido de proporcionar o reconhecimento dos processos de interação dos quadros físicos, biológicos e cultural. Visa-se, além disso, conhecer as potencialidades e limitações das unidades espaciais para melhor avaliar a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação, revelando as possibilidades de uso racional dos recursos naturais da referida região (GRANGEIRO & SOUZA, 2002). Essa visão conjunta fornece elementos fundamentais para o planejamento territorial (SANTOS, 2006).

Em trabalho publicado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Brandão (1995) afirma que a avaliação geoambiental de uma área tem como subsídios essenciais os levantamentos multidisciplinares que envolvem os componentes geoecológicos. Afirma ainda que estes temas, quando tratados sob o ponto de vista dos seus inter-relacionamentos, permitem uma visão integrada da área e constituem fontes de informação fundamental para o planejamento territorial.

Souza (1995) afirma que:

“Historicamente as potencialidades de recursos naturais disponíveis foram determinantes no processo de povoamento e colonização do Nordeste e do estado do Ceará contribuindo de modo decisivo para a estruturação dos quadros regionais e influenciando na localização e na variedade de atividades econômicas, limitando ou incentivando essa ocupação” (SOUZA, 1995, p. 62).

Conforme Veado (1995), os estudos geográficos modernos não se baseiam mais apenas em observações isoladas, mas tentam explicar a interação dos processos naturais responsáveis pela dinâmica do ambiente. O autor conclui afirmando que a análise dos sistemas é o método mais apropriado para o estudo e explicação da estrutura dinâmica dos fatos antrópico-naturais.

Através do relacionamento entre os diversos componentes geocológicos estabelecem-se diferentes tipos de paisagem que constituem um diversificado mosaico de sistemas ambientais, que confere diferentes paisagens fortemente sujeitas às alterações desencadeadas pelas atividades socioeconômicas. Esta diversidade foi fundamental para o processo histórico de uso e ocupação da terra e para o estabelecimento das diversas atividades produtivas que se desenvolveram ao longo dos anos em toda área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

4.1 Aspectos geológico - geomorfológico

Os aspectos geológicos e geomorfológicos são muito importantes, pois permitem conhecer a área de estudo levando em consideração a sua estrutura, fatores de formação endógenos e os exógenos, determinando assim o modelado do relevo e a dinâmica da superfície.

Na análise das condições geológicas deve-se entender como a estrutura geológica da sub-bacia se apresenta distribuída ao longo do espaço e como ela exerce influência na configuração do relevo e das paisagens.

Os estudos geológicos permitem interpretar estruturalmente o modelado da área em epígrafe a partir do substrato rochoso, das forças endógenas, que ao serem influenciados pelas forças exógenas, vão ser responsáveis pelas diferenças fisionômicas do relevo.

Ross (2010) afirma que o maior ou menor grau de semelhança entre as formas do relevo tem muito a ver com sua gênese, idade e, sobretudo, os processos que atuam no presente ou que atuaram no passado e que são responsáveis pela geração das formas da superfície terrestre.

Ross (2010) conclui afirmando que a atuação das forças endógenas e exógenas juntas e em oposição determinam toda a existência e toda a dinâmica do meio biótico e abiótico da superfície terrestre. Portanto, conhecer a geologia da sub-bacia do rio Pirapora é conhecer as rochas que a originaram e sua evolução, que subsidia a análise do relevo e contribui para compreender as classes de solos que aí ocorrem.

Para Souza (2000), os reflexos geológicos incidem, igualmente, sobre a grande diversidade de solos, disponibilidade de recursos hídricos de superfície e subsuperfície, no quadro fitoecológico local e nas potencialidades dos recursos naturais disponíveis.

Na interpretação de qualquer paisagem natural da Terra, deve-se ter a concepção de que a estrutura geológica se apresenta como o componente natural mais antigo, onde os demais elementos posteriormente se desenvolveram. De acordo com os princípios fundamentais na formação do relevo destacados por Thornbury (1960 *apud* SOUZA, 2011), a estrutura geológica se destaca como fator determinante de controle na evolução da superfície terrestre e pode se refletir em diversas características do ambiente.

Conforme Ab'Sáber (1974), a região Nordeste é composta por terrenos do embasamento cristalino que compõem metade do seu território, bacias sedimentares paleomesozóicas e ainda pelas faixas de deposição cenozóica. Ou seja, o Nordeste brasileiro apresenta uma estrutura geológica diversificada, que se refletem nas formas topográficas.

Apesar da primazia dos terrenos pré-cambrianos do embasamento cristalino, o estado do Ceará, segundo Souza (*op.cit.*) abriga uma diversidade de domínios naturais e paisagísticos. O autor assinala que:

“Nas porções limítrofes com outros estados, as bacias sedimentares paleomesozóicas assumem peculiaridades próprias. Já na faixa litorânea e pré-litorânea, dispendo-se em discordância sobre o embasamento, constata-se a ocorrência de coberturas sedimentares detríticas depositadas ao longo da história geológica recente do Ceará” (SOUZA, 2000, p. 14).

A interação entre os processos tectônicos, mudanças climáticas e os fluxos de energia que ocorreu ao longo da história geológica é de fundamental importância para a composição de modelos evolutivos do relevo (MEIRELES, 2007). Abordando esses parâmetros e integrando-os com os processos morfogenéticos advindos desta conjunção, SOUZA (1988) elaborou a mais completa classificação morfoestrutural para o estado do Ceará.

Souza (2000) identificou as unidades morfoestruturais do estado do Ceará, reunindo as feições do modelado cearense em função dos domínios geológicos que compõem

a estrutura da região. O autor considerou desde os elementos geotectônicos até a preponderância das litologias mais perceptíveis. Foram estabelecidas as seguintes unidades:

- Domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos, correspondentes às planícies e terraços fluviais, formas litorâneas e tabuleiros (glacis de acumulação);
- Domínio das bacias sedimentares paleomesozóicas, correspondentes a chapada do Araripe, a chapada do Apodi e ao planalto da Ibiapaba/Serra Grande;
- Domínio dos escudos e maciços antigos, correspondentes aos terrenos cristalinos pré-cambrianos, que formam os planaltos residuais e as depressões sertanejas.

Tratando-se das condições geológicas existentes, no território cearense, a área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora está contida no domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos e no domínio dos escudos e maciços antigos. Ou seja, a área objeto do estudo é caracterizada pela ocorrência de dois principais grupos litológicos. Esses grupos são expressos pelas coberturas sedimentares cenozóicas e pela presença de terrenos cristalinos (MEDEIROS *et al.*, 1995; BRANDÃO, 1995, SOUZA, 1988, 2000 e 2007).

Na visão de Brandão (op.cit.), as coberturas sedimentares cenozóicas assumem posição de destaque na avaliação do meio físico, pois representam os terrenos que interagem mais diretamente com as atividades antrópicas e, quando submetidas aos processos de ocupação desordenada, têm suas características naturais modificadas, muitas vezes em caráter irreversível.

Já para Souza (2011), a proximidade dos enclaves úmidos de Maranguape e Aratanha, exposições mais nítidas dos terrenos cristalinos, na área da sub-bacia do rio Pirapora, com a capital Fortaleza, da qual distam cerca de 23km, aliada aos atrativos naturais, têm contribuído para intensificar os processos de degradação, comprometendo a biodiversidade, o equilíbrio ambiental e os recursos hídricos, descaracterizando as paisagens serranas.

No que se refere ao estudo geológico mais detalhado, feito na escala de 1:100.000, do município de Maranguape, o principal referencial bibliográfico é o diagnóstico geoeconômico de Maranguape. Segundo este diagnóstico, executado por Medeiros *et al.* (1995), o embasamento geológico dessa região está representado pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico (Pegn-mg), que ocupa cerca de 53% da área municipal; e pelo Complexo

Granitóide-Migmatítico (P_{egr-mg}), ocupando cerca de 45% da área. Ambos os Complexos apresentam posicionamento estratigráfico no Proterozóico Inferior.

De acordo com o estudo, as rochas vulcânicas alcalinas (fonólitos-fo), as coberturas residuais e os aluviões presentes nos leitos e terraços dos cursos fluviais completam o arcabouço geológico do município de Maranguape.

Já o substrato geológico da sub-bacia do rio Pirapora, segundo estudos realizados por Brandão (1995), está representado pelo Complexo Granitóide-Migmatítico (P_{egr-mg}), que exhibe rochas foliadas desde gnaisses migmatizados até migmatitos metatexíticos, passando para migmatíticos diatexíticos e núcleos granitóides. Para o autor, a constituição dominante granitóide compreende os setores morfologicamente mais elevados, compreendendo as serras de Maranguape e Aratanha, que podem ser entendidas como relevos residuais, formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas gnáissicas circundantes.

Por cima desse complexo rochoso mais antigo, segundo Arruda (2001), nos maciços de Maranguape e Aratanha, encontram-se depósitos detríticos cenozóicos (depósitos colúvio-eluviais) em forma de massas de tálus e de *piemont*, bem como as áreas de aluviões. A autora conclui afirmando que esses depósitos distribuem-se de forma irregular constituindo manchas ou “ilhas” que se assentam diretamente sobre os litotipos pré-cambrianos, com espessuras reduzidas, geralmente inferiores a três metros.

Brandão (op.cit.) salienta que esses depósitos resultam do intemperismo *in situ* e da lixiviação das rochas do embasamento cristalino. Algumas vezes conservam resquícios de estruturas gnáissicas e fragmentos de veios de quartzo. Morfologicamente caracterizam-se como “tabuleiros” aplainados, muitas vezes rebaixados ao nível da superfície cristalina.

Já os sertões de entorno apresentam litologia composta por xistos, biotita-gnaisses e migmatitos com depósitos aluviais quaternários evidenciando superfície de aplainamento fraco a moderado com colinas rasas ou interflúvios de topos planos.

No mapa geológico mais atualizado do estado do Ceará, publicado pela CPRM (2003), a área da sub-bacia do rio Pirapora está inserida na Província Borborema, Complexo Ceará, Unidade Canindé. Portanto, a área em estudo data do Paleo-Proterozóico, apresentando uma litologia composta de paragnaisses associados a jazimentos estratóide e diqueformes de granitóides neoproterozóicos, cinzentados e rosados, gnaissificados ou não e, em parte, facoidais.

Formada predominantemente por litologias datadas do Pré-Cambriano e por cobertura sedimentar, com idade variando de terciária a holocênica, depositadas ao longo da

história geológica recente, através dos processos deposicionais, a área de estudo apresenta altitudes máximas na cota de 920 metros e relevo marcado por terrenos acidentados e superfícies sertanejas suave-onduladas a planas.

De acordo com o mapa hipsométrico (Figura 5), a área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora apresenta predominantemente classes com baixas altitudes. as porções mais elevadas da superfície, entre as cotas de 540 e 920 metros correspondem aos setores terminais das serras de Maranguape e Aratanha, com altitudes máximas de 920 metros (Pedra da Rajada) e 780 metros (Pedra do Letreiro), respectivamente, e onde se concentram as principais nascentes fluviais da sub-bacia do rio Pirapora.

Em alguns prolongamentos dispersos desses maciços pré-litorâneos, os níveis altimétricos vão além das cotas de 240 metros. Estes enclaves úmidos encontram-se embutidos numa superfície pediplanada circundante caracterizada por altitudes inferiores a 140 metros. A menor cota altimétrica fica junto ao vertedouro da barragem Maracanaú, com 62 metros. Ou seja, no que tange às características topográficas, a maior parte da sub-bacia do Pirapora é drenada por terrenos cujas altimétrias não ultrapassam os 140 metros, e 86,43% da área em questão não superam os 20° de declividade.

Como se pode verificar, a região drenada pela sub-bacia do rio Pirapora se caracteriza, em sua maior parcela, por terrenos com relevo de suave-ondulado a plano, com ocorrência de estreitas planícies fluviais, o que contribui para a redução da velocidade do escoamento superficial da água.

Outro fator que se mostra importante é a forte ruptura topográfica entre os altos e os médios cursos da rede de drenagem (Figura 6). No alto curso, nas serras de Maranguape e Aratanha, a velocidade do escoamento é bem maior que a jusante, em função dos declives acentuados dos terrenos ($\geq 45^\circ$), o que contribui para o aumento da velocidade dos picos de vazão a jusante. Além disso, segundo Souza (2007), os maciços residuais pré-litorâneos, em função da altitude, proximidade e do posicionamento (NE-SW) em relação aos ventos úmidos vindos do litoral, também têm a capacidade de produzir maiores vazões em função das recorrentes chuvas orográficas e do padrão diferenciado nos totais anuais de precipitação.

Figura 5 – Mapa Hipsométrico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.

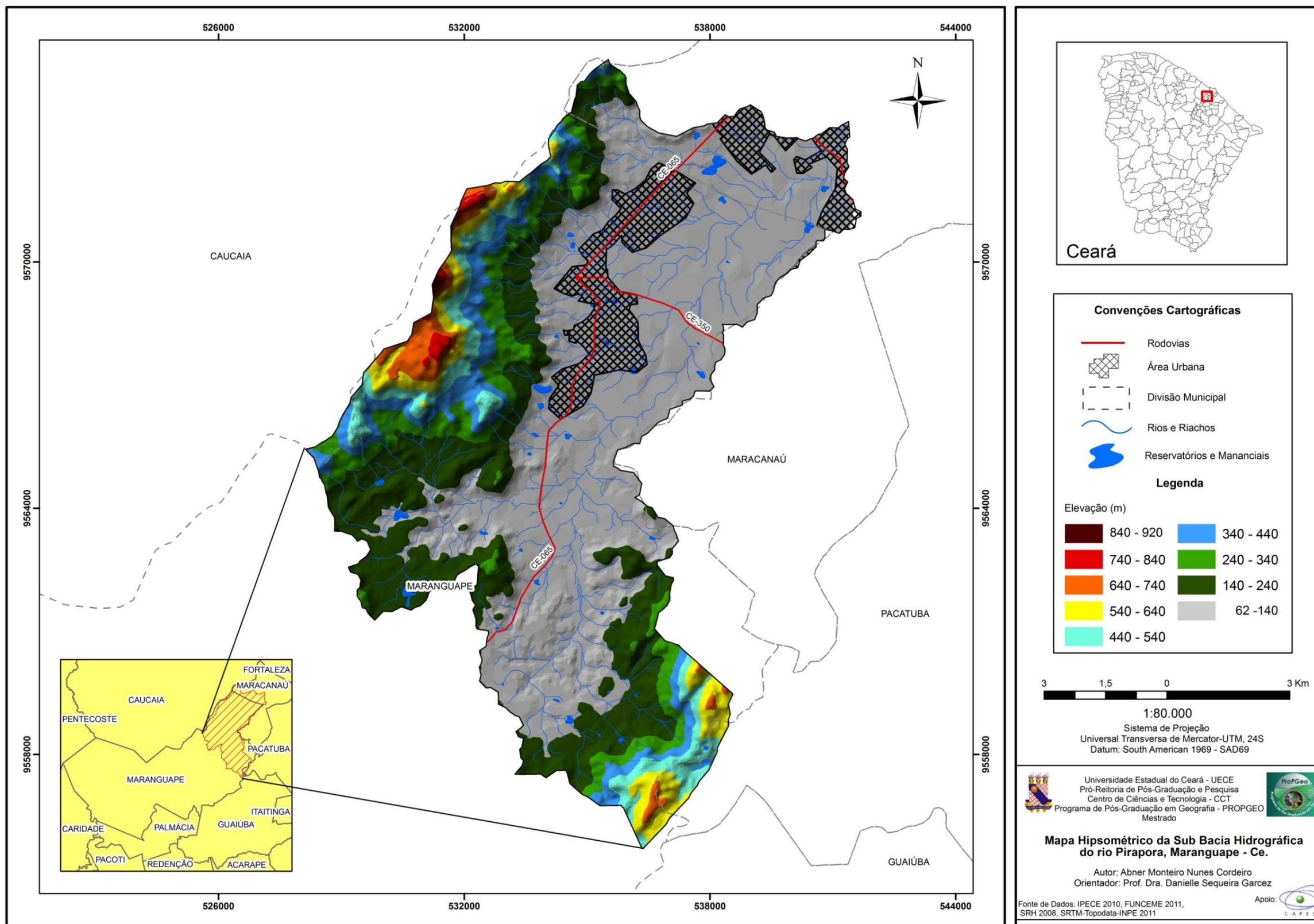
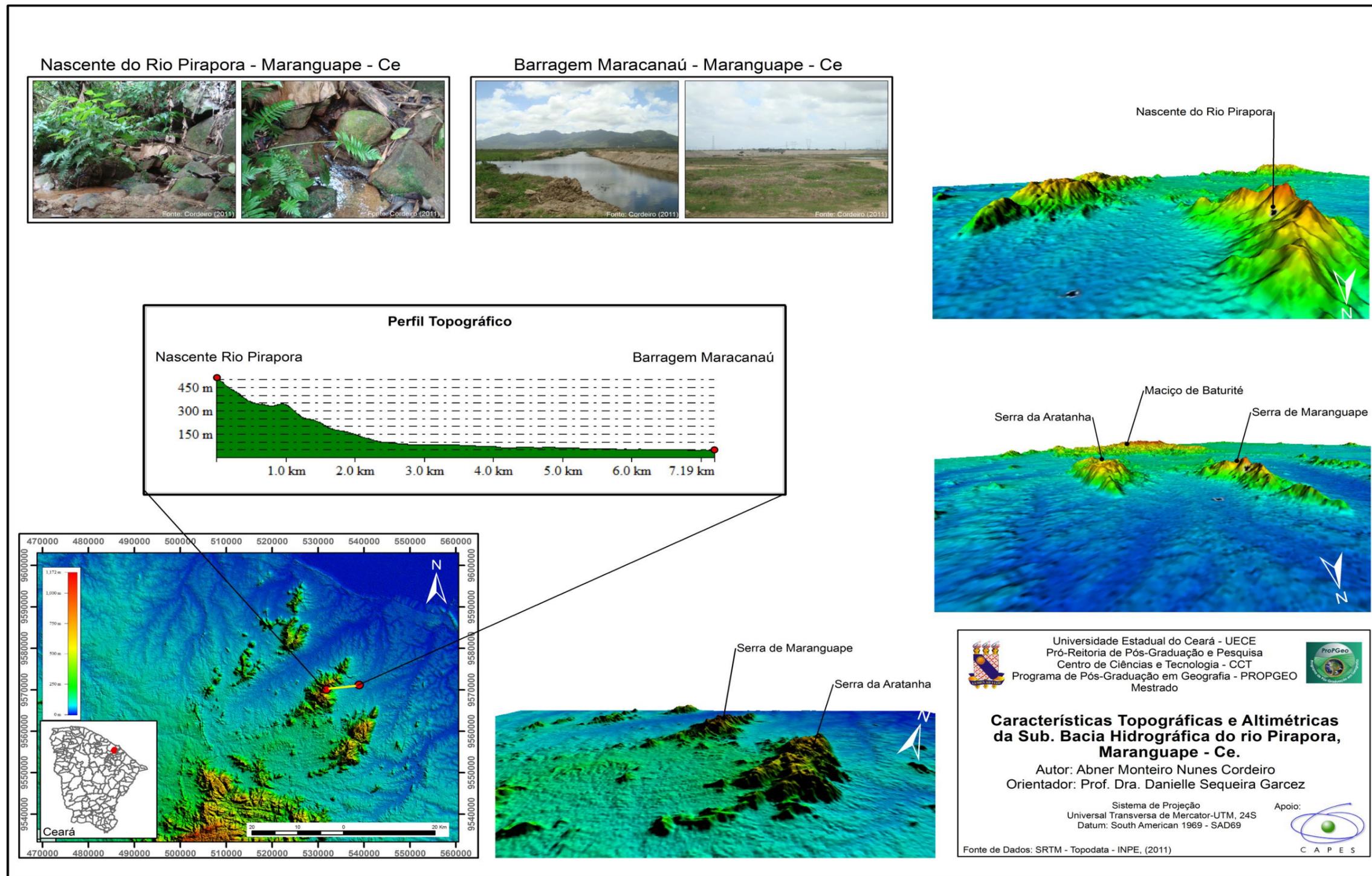


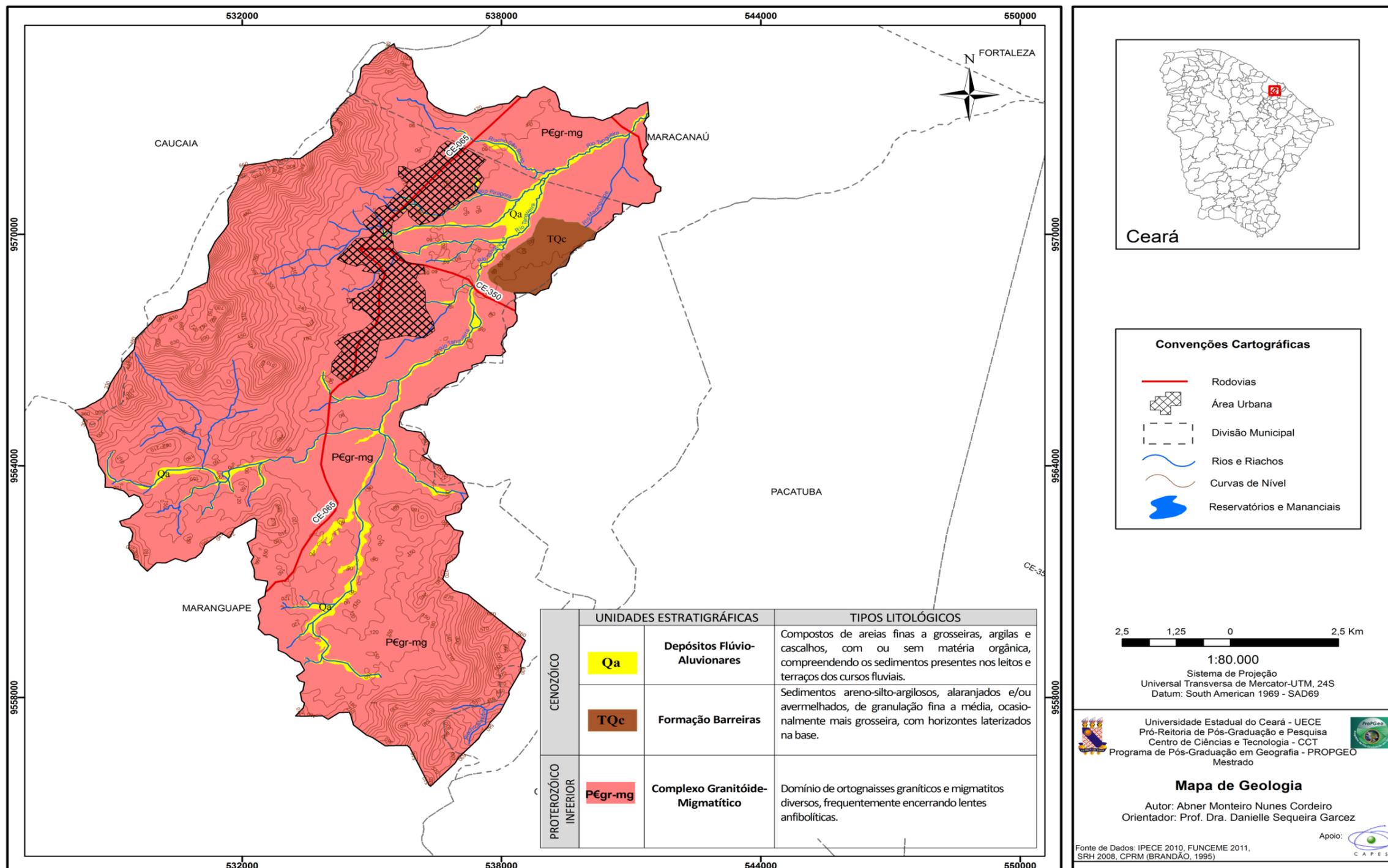
Figura 6 – Características Topográficas e Altimétricas da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Já a área que corresponde ao médio e baixo curso da sub-bacia do rio Pirapora é caracterizada por terrenos com relevo de suave-ondulado a plano, com ocorrência de estreitas, planícies fluviais. A configuração topográfica dessas áreas deve-se à capacidade de sedimentação que supera o entalhe superficial da drenagem, devido à sua intermitência sazonal.

De acordo o mapa geológico da área da sub-bacia (Figura 7), as unidades litoestratigráficas presentes na área são: Depósitos Flúvio-Aluvionares, Formação Barreiras e o Complexo Granitóide-Migmatítico.

Figura 7 – Mapa Geológico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Depósitos Aluviais: Planícies Fluviais

Os depósitos flúvio-aluvionares, caracterizados por sedimentos fluviais mais recentes, holocênicos, são litologicamente representados por depósitos de areias finas a médias com inclusões de cascalho inconsolidados e argilas com ou sem matéria orgânica (BRANDÃO, 1995; SOUZA, 1999).

Conforme levantamentos realizados pela CPRM (2003) os depósitos aluviais, localmente coluviais datados do Quaternário, são litologicamente compostos por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas. São ambientes de sedimentação fluvial, depositados ao longo das planícies de inundação e calhas da rede fluvial.

Para Souza (2000), as planícies fluviais são as formas mais características de acumulação decorrentes da ação fluvial. Localizadas ao longo dos cursos d'água, constituem, em geral, áreas de diferenciação regional nos sertões semiáridos cearenses, por abrigarem melhores condições de solos e disponibilidade hídrica. Têm maior destaque espacial nos baixos cursos dos rios que compõem a rede de drenagem da sub-bacia do Pirapora. Já nos altos e médios cursos desses rios, as planícies têm larguras inexpressivas.

Ao longo das planícies fluviais ocorrem áreas de inundação sazonal, sendo que algumas foram aterradas e transformadas em áreas residenciais.

Formação Barreiras: Tabuleiros Pré-Litorâneos

A Formação Barreiras, de idade miocênica superior a pleistocênica, é litologicamente composta, segundo Brandão (1995), por sedimentos tércio-quaternários mal selecionados, de textura areno-argilosa, não ou pouco litificados, de coloração avermelhada, creme ou amarelada, com granulação variando de fina a média e contendo intercalações de níveis conglomeráticos.

Sob o ponto de vista geomorfológico, segundo Souza (2000), esses sedimentos formam um relevo tabular, ou seja, uma superfície rampeada, com caimento topográfico suave, inferior a 5%, sem rupturas topográficas nítidas do interior em direção ao litoral. Os sedimentos da Formação Barreiras encontram-se de modo concentrado, na área da sub-bacia do rio Pirapora, margeando o baixo curso do rio Tangureira.

Complexo Granitóide-Migmatítico: Maciços Residuais e Depressões Sertanejas

O Complexo Granitóide-Migmatítico está cronologicamente situado no Proterozóico Inferior e ocupa toda área da sub-bacia em estudo. As melhores exposições desta unidade litoestratigráfica situam-se nos setores mais elevados da sub-bacia do rio Pirapora, que correspondem aos maciços pré-litorâneos de Maranguape e Aratanha, os quais apresentam uma constituição predominantemente granitóide, compreendendo ainda a região intermontana entre estes enclaves úmidos.

Geomorfologicamente, as serras de Maranguape e Aratanha compõem relevos residuais onde a maior resistência dos granitos em relação as rochas xistosas (áreas sertanejas) circunjacentes propiciou o trabalho da erosão diferencial (CEARÁ, 2002).

Esses maciços são formados por rochas graníticas e migmatíticas pré-cambrianas, encaixadas em xistos e gnaisses (CEARÁ, op.cit.). De acordo com estudos realizados por Arruda (2001), o conjunto dessas rochas é, estruturalmente, definido como um sinclínório em que as massas graníticas ocupam posições axiais.

Já a depressão sertaneja (sertões de entorno), é composta por xisto, biotita-gnaisses e migmatitos com depósitos aluviais quaternários evidenciando superfície de aplainamento fraco a moderado com colinas rasas ou interflúvios de topos planos.

Segundo relatório realizado pelo IPT (1975), as rochas pré-cambrianas são formadas por gnaisses (biotita-gnaisses e quartzo-biotita-gnaisses) e granitos (granito-gnaisses porfiroblásticos, granito-gnaisses com orientação incipientes e granitos equigranulares grosseiros). Essas rochas se dispõem em faixas paralelas, cuja homogeneidade evidencia-se partindo das bordas em direção ao centro dos maciços.

Geomorfologia

O estudo dos aspectos geomorfológicos sistematiza o conhecimento sobre a forma e a natureza do substrato físico onde se realizam as atividades humanas. Ou seja, permitem identificar, classificar e avaliar as formas de relevo e sua dinâmica em relação aos solos e cobertura vegetal, além de relacioná-los aos demais componentes geoambientais (ARRUDA, 2001), fornecendo subsídios para a avaliação das potencialidades e limitações do ambiente, bem como dos riscos de ocupação, em relação aos padrões de uso atuais e futuros.

O relevo sempre foi notado pelo ser humano, no conjunto de componentes da natureza, pela sua beleza, imponência ou forma. Também, segundo Marques (2009), é antiga a convivência do ser humano com o relevo, no sentido de lhe conferir grande importância em

muitas situações do seu dia-a-dia, como assentar moradias, localizar seus cultivos, estabelecer melhores caminhos de locomoção, desenvolver atividades socioeconômicas e culturais ou definir os limites dos seus domínios.

A humanidade, ao apropriar-se do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural, gerando impactos na natureza, sem garantir a sustentabilidade do desenvolvimento. Deste modo, os conhecimentos geomorfológicos visam auxiliar as relações das sociedades humanas de um determinado território com o meio natural, ou seja, com a natureza deste território, dentro de uma perspectiva absolutamente dinâmica nos aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais.

A análise do relevo é importante não só para a geomorfologia, mas também para as outras ciências da terra que estudam os componentes da superfície terrestre, bem como na definição da fragilidade/vulnerabilidade do ambiente e no estabelecimento de legislação para sua ocupação e proteção (FLORENZANO, 2008). Os estudos geomorfológicos integram aspectos que envolvem conhecimentos das atividades sociais e ambientais, que são fundamentais aos estudos e pesquisas voltados às ações de caráter aplicativo (GUERRA & MARÇAL, 2010).

O relevo da superfície terrestre deve ser entendido como resultado de processos antagônicos, sintetizados pelas atividades tectônicas e estruturais, e por mecanismos morfoclimáticos ao longo do tempo geológico (ROSS, 2010). Para o autor, no esculpimento da superfície terrestre, tanto as condições climáticas como a participação biológica e, atualmente, o papel desempenhado pelo homem, que cada vez mais diversifica e intensifica sua atuação, contribuem nas transformações da paisagem.

A geomorfologia, segundo Christofolletti (1980), é a ciência que estuda a expressão espacial de uma superfície da Terra. Para o autor, se as formas existem é porque foram esculpidas, trabalhadas pela ação de determinado processo ou grupo de processos.

Portanto, pode-se afirmar que o objetivo central da geomorfologia é a análise das formas e dos processos responsáveis pela esculturação do modelado, procurando compreender a sua evolução espaço-temporal.

Cunha e Guerra (2009, p. 27) afirmam que “as formas de relevo podem transmitir a falsa idéia de que são componentes independentes na paisagem. Na verdade, elas e os demais componentes do ambiente estão interligados”.

As características geológicas, climáticas, pedológicas, hidrológicas, topográficas e altimétricas devem ser consideradas quando se pretende entender o tipo de relevo de qualquer

área e a dinâmica dos processos a ele inerentes. O entendimento do relevo, na visão de Ross (2010), passa pela compreensão de uma coisa maior que é a paisagem como um todo.

Não se pode entender a gênese e a dinâmica das formas do relevo sem que se entenda os mecanismos motores de sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada unidade de paisagem. As paisagens naturais são geralmente oriundas da ação de processos ou complexos e não podem ser atribuídas à ação de um processo único (SOUZA, 2011).

Quando trata de paisagens, Ab'Sáber (1975) sempre destaca a importância de entendê-las como heranças de processos fisiográficos e biológicos que possuem marcas nitidamente justificadas pelas variações climáticas do Quaternário. Nessa perspectiva, pode-se conceber as paisagens naturais como resultados de um complexo jogo de relações entre os componentes naturais a partir de uma relação sistêmica dentro de uma dinâmica específica.

O entendimento da paisagem como uma formação espaço-temporal sistêmica com processos atuantes permite a análise e o diagnóstico das condições atuais e pretéritas, dentro de uma perspectiva geológica recente, bem como das transformações decorrentes da evolução natural e das intervenções humanas.

Portanto, a geomorfologia funciona como principal critério para a caracterização geoambiental e delimitação de sistemas ambientais, já que possui caráter de síntese das particularidades e interações peculiares do ambiente (ALMEIDA, 2005). Além disso, o relevo é um relevante condicionante do uso e da ocupação da terra, que têm também características muito específicas.

Durante o Quaternário desenvolveu-se muito do que hoje representa a superfície da Terra. Na visão de Moura (2009), as variações climáticas ocorridas durante o Quaternário produziram mudanças nas taxas de intemperismo e pedogênese, nos regimes fluviais e no nível dos oceanos, e na distribuição ecológica dos seres vivos, forçados a migrações e adaptações. O autor assinala ainda que dessas contínuas modificações nas condições ambientais resultam transformações mundiais na paisagem.

De acordo com Thornbury (1960 *apud* SOUZA, 2011), a maior parte da superfície da Terra e de seus ambientes tem uma idade que não vai além do Pleistoceno, sendo exíguas as áreas anteriores ao Terciário.

Em relação ao Nordeste brasileiro, o seu relevo pode ser justificado através de dois fatores morfogenéticos. Os fatores estruturais, calcados nos grandes domínios morfoestruturais, responsáveis pelo arcabouço espacial do relevo nordestino; e os fatores

climáticos que respondem pela diversificação da cobertura vegetal e pelos processos que agem nos diversos ambientes morfoclimáticos (MOREIRA, 1977).

Referindo-se ao território cearense, Souza (1983) salienta que:

“O território cearense comporta relevos desenvolvidos em terrenos do embasamento cristalino e em áreas de capeamentos sedimentares de diferentes idades. Sua evolução deriva de um jogo complexo de influências, no qual os principais desempenhos são reservados à estrutura geológica e às litologias ao lado de fatores paleoclimáticos e morfogenéticos atuais. É da interação desse conjunto de variáveis ou do predomínio de uma relação às demais, que se esboçam feições resultantes, ora da estrutura, ora de efeitos degradacionais ou agradacionais” (SOUZA, 1983, p. 77).

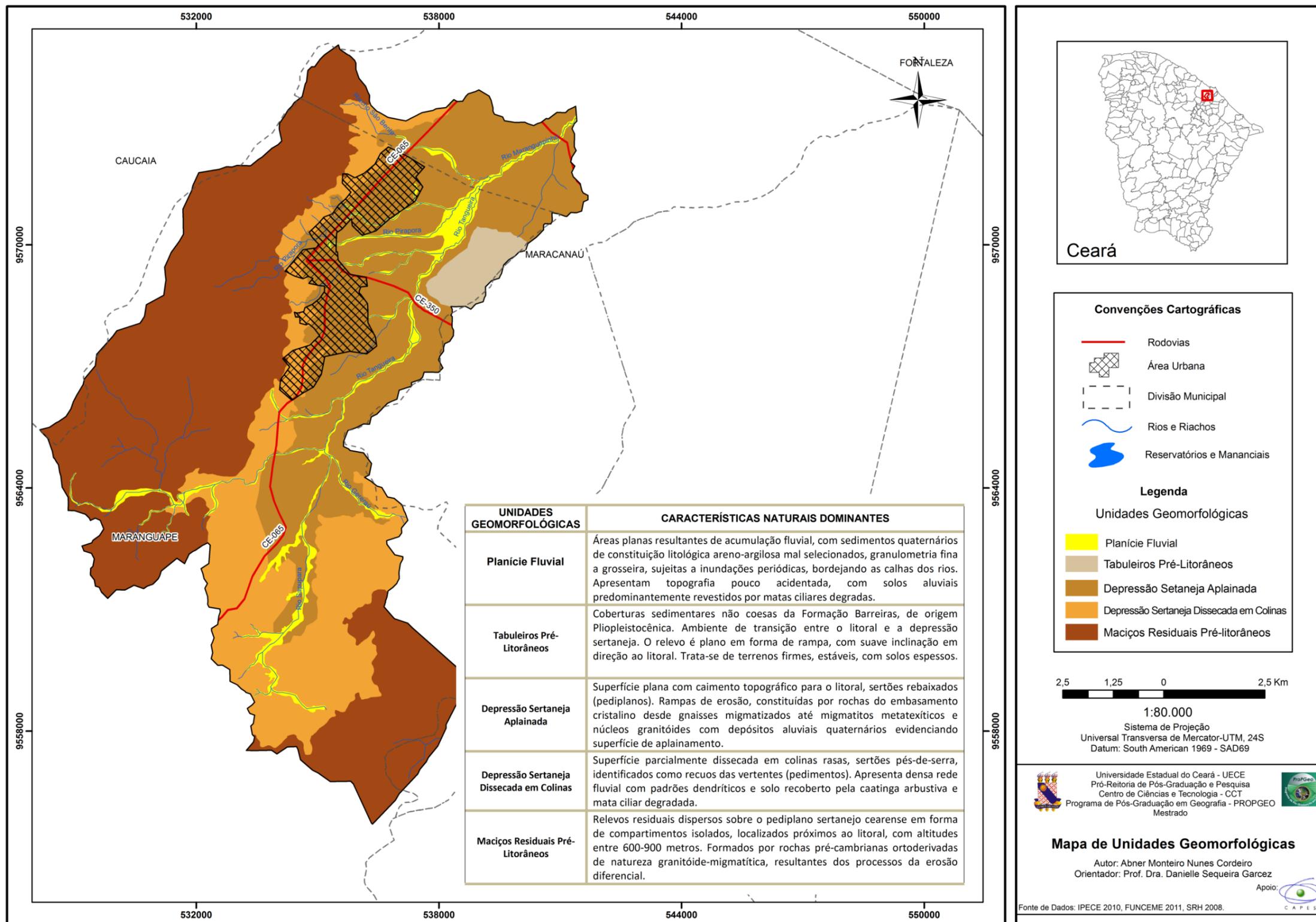
O estado do Ceará compreende uma diversidade de paisagens, que tem na atuação do clima sobre as estruturas geológicas, seus principais elementos formadores. O trabalho das intempéries regidas pelo clima semiárido originou elementos topográficos que se caracterizam pelas formas aplainadas, dissecadas, estruturais e deposicionais (ALMEIDA, 2010).

Com relação a classificação do relevo cearense, Souza (1988, 1989, 2000, 2007) estabeleceu critérios para a compartimentação geomorfológica do estado, além de identificar e delimitar unidades naturais homogêneas (unidades geoambientais), através da concepção geossistêmica, utilizando, como referência, as unidades morfoestruturais.

A variada composição litológica, bem como, os alinhamentos estruturais e as características climáticas, possibilitaram uma variedade de feições geomorfológicas, no relevo cearense, estas decorrentes de processos morfogenéticos atuais e pretéritos. De acordo com Souza (2007), cada compartimento do relevo cearense tem aspectos próprios de drenagem superficial, associações de solo e padrões fisionômicos de vegetação. O uso e a ocupação da terra têm também características muito específicas.

Tomando por base os trabalhos anteriormente realizados por Almeida (2005), Brandão (1995) e Souza (1998, 2000, 2007), a área correspondente à sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora está compartimentada em quatro unidades geomorfológicas, cujos limites foram estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, bem como características de solo e vegetação, denominadas: maciços residuais, depressão sertaneja (aplainada e dissecada em colinas), planícies de acumulação fluvial e tabuleiros pré-litorâneos, caracterizadas a seguir (Figura 8).

Figura 8 – Mapa Geomorfológico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Maçiços Residuais: “ilhas de umidade”

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUCEME, 2005), dentre os estados do Nordeste brasileiro, o que detém maior percentual de áreas inseridas no ambiente semiárido é o Ceará, com quase 92% de sua extensão territorial.

Contrastando com essa relativa uniformidade do domínio paisagístico da vegetação de caatinga, encontram-se as serras úmidas cearenses, que assim como as demais serras nordestinas, representam ambientes de grande riqueza biológica (FREITAS FILHO & SILVA, 2011). Áreas privilegiadas por altitudes que superam 900 metros e, conseqüentemente, pelo efeito orográfico que, condicionam precipitações anuais que podem atingir até 1.400mm (FUCEME, op.cit.).

No estado do Ceará, segundo Souza (2011), as áreas de serras úmidas se distribuem de modo disperso pelos sertões semiáridos e configuram verdadeiros subespaços de exceção. O autor afirma ainda que essas áreas correspondem às serras de Baturité, Maranguape, Aratanha, Uruburetama e Meruoca. Trata-se, via de regra, de superfícies topograficamente elevadas de relevos serranos com dimensões variadas e que são submetidas às influências de mesoclimas de altitude.

Na visão de Bastos & Silva (2011):

“A gênese dos enclaves cearenses está relacionada a processos de erosão diferencial, ou seja, as rochas que compõem os maciços apresentam características mais resistentes aos processos de pedimentação/pediplanação, o que não aconteceu com as rochas das depressões sertanejas circunvizinhas, que conseqüentemente foram aplainadas, representando verdadeiras superfícies de erosão” (BASTOS & SILVA, 2011, p. 116).

Conforme o IPT (1975, p. 06), “a alternância de climas secos e úmidos explica a existência de restos de superfícies aplainadas no topo e nos flancos da serra de Maranguape e podem ser entendidas como superfícies erosivas de épocas secas, retrabalhadas em fases úmidas, como a atual”.

Segundo Ab’Sáber (2003), os maciços úmidos representam verdadeiras “ilhas verdes” no domínio morfoclimático das caatingas que recobrem as depressões interplanálticas e intermontanas semiáridas. A denominação desses subespaços apresenta variações como “serras úmidas”, “brejos”, “enclaves paisagísticos”, etc.

Do ponto de vista ambiental a importância dessas serras, que se dispersam sobre o pediplano sertanejo, além de concentrarem melhores condições ambientais e de recursos naturais nos planos climático, pedológico e hidrológico (SOUZA 1983 *apud* ARRUDA,

2001), são também consideradas como remanescentes de mata atlântica no Nordeste. Representam “ilhas de biodiversidade”, em contraste com o semiárido característico da região (FERNANDES, 1998).

Conforme assinala Souza (2000), os maciços residuais contribuem para a diversificação fisiográfica e ecológica do semiárido cearense. O autor conclui afirmando que nesses ambientes, o modo como os componentes naturais mantêm suas relações de reciprocidade são muito características e o relevo tem sempre papel decisivo através da altimetria e/ou da exposição.

É importante destacar que apesar desses ambientes apresentarem inúmeras potencialidades ambientais, sobretudo relacionados às boas condições de umidade, esses enclaves possuem áreas fortemente vulneráveis, principalmente em função da topografia acidentada do relevo, sendo muito comum, conforme salienta Bastos (2011), a ocorrência de processos morfodinâmicos de considerável magnitude.

Em relação às condições ecodinâmicas e a vulnerabilidade ambiental, são ambientes fortemente instáveis e com vulnerabilidade alta à ocupação sendo, portanto, impróprias para o uso agrícola, uma vez que revelam certa instabilidade nas encostas dotadas de declives mais acentuados.

Esse fato encerra maior significado quando se trata de enclaves paisagísticos, situados num contexto territorial úmido/subúmido da periferia da RMF, onde se concentram elevados contingentes demográficos. As serras de Maranguape e Aratanha constituem os mais importantes e expressivos compartimentos de relevos serranos próximos ao litoral cearense, classificando-os como maciços pré-litorâneos (Figura 9).

A serra de Maranguape, assim como a serra da Aratanha, apresentam direção NE-SW predominante e morfologia evidenciando presença de oscilações climáticas úmidas e secas. Somente a vertente oriental (vertente úmida/barlavento) e a porção sudoeste da vertente ocidental (vertente seca/sotavento) dos relevos serranos de Maranguape e Aratanha, respectivamente, compõem a área da sub-bacia do rio Pirapora. Essas parcelas do relevo encontram-se divididas em porções de altitudes diferenciadas, alcançando cotas altimétricas acima de 600 metros.

Essas altitudes interferem significativamente no clima local, pois submetem a vertente oriental das serras de Maranguape e Aratanha à ação das chuvas orográficas, proporcionando um escoamento fluvial intenso, por conta também da impermeabilidade das

rochas, que juntas irão comandar os processos erosivos que ocorrem sobre as superfícies serranas.

Figura 9 - Vista parcial da vertente oriental da serra de Maranguape (Ceará).



Foto: Cordeiro, março 2011.

A impermeabilidade das rochas e as condições mais úmidas favorecem o adensamento da drenagem e o seu maior aprofundamento em superfície. As ações de dissecção são responsáveis pela acidentação do relevo em feições morfológicas variadas como crista aguçadas, colinas convexas e topos planos, que se alternam com vales estreitos em forma de “V” ou ligeiramente alargados nos setores de suavização topográfica.

Suas condições geomorfológicas, com relevos diferenciados e setores com forte amplitude podendo ter mais de 45° de declividade, ocupam uma superfície de 51,41Km², ou seja, 42,21% da área total da sub-bacia, comprovando o modo e a intensidade de dissecção sofrida pelos enclaves, bem como o comportamento das rochas em termos de resistência aos processos erosivos.

Nos maciços de Maranguape e Aratanha estão as nascentes dos principais rios da sub-bacia do Pirapora, dispostos na direção geral NE-SW, seguindo os principais alinhamentos estruturais. O escoamento superficial nesses ambientes obedece a um padrão dendrítico e subdendrítico, sendo este escoamento intermitente sazonal, na maior parte dos cursos d’água. Somente a drenagem da vertente centro-oriental da serra de Maranguape assume um regime semiperene e perene em função das condições climáticas mais úmidas. Na porção ocidental da Aratanha, a escassez e a irregularidade das chuvas conferem aos cursos d’água um escoamento torrencial, com características similares à drenagem das depressões sertanejas.

Depressão Sertaneja: aplainada e dissecada em colinas

As depressões sertanejas são superfícies de aplainamento em rochas do embasamento cristalino, resultado dos processos erosivos, morfogênese mecânica, que truncou indistintamente variados litotipos, constituídas principalmente por rochas de natureza gnáissico-migmatíticas (AB'SÁBER, 1974; BRANDÃO, 1995 & SOUZA, 2000, 2007).

Segundo Souza (2007), essas superfícies pediplanadas, dos sertões do centro-norte, apresentam níveis altimétricos entre 100-250 metros, e seu aspecto morfológico faz-se presente em forma de rampas com inclinação suave em direção do litoral ou aos fundos de vales. A limitada competência e capacidade dos rios semiáridos em entalhar vales faz com que as superfícies sertanejas cristalinas se apresentem suavemente onduladas com pequenas amplitudes altimétricas entre os fundos de vales e os interflúvios.

Para Ab'Sáber (1999) as depressões interplanáticas são os espaços semiáridos mais típicos e representativos, do ponto de vista físico e ecológico, do domínio semiárido nordestino. Para o autor, todas elas são heranças de uma longa história fisiográfica, comportando-se como remanescentes de uma vasta rede de planícies de erosão, elaboradas entre fins do Terciário e início do Quaternário.

As depressões sertanejas, identificadas e delimitadas, compreendem mais da metade (51,8%) da área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora. A superfície pediplanada da área em epígrafe constitui-se de setores divididos em altimetrias de 62 a 140 metros. São compartimentos oriundos dos processos de pediplanação, podendo ser individualizadas em dois níveis distintos: a depressão sertaneja dissecada em colinas e depressão sertaneja aplainada (Figura 10).

Figura 10 – Superfície sertaneja aplainada, localizada no bairro Área Seca – Maranguape/Ceará, interrompida pela presença do maciço residual de Maranguape, com recobrimento vegetal totalmente descaracterizado.



Foto: Cordeiro, setembro 2011.

O relevo dominado pelas superfícies sertanejas subúmidas mostram também certas variações, passando de plano a suave ondulado, com declives entre 3 a 8°, e às vezes ondulado, com 8 a 20° de declividade.

Essas superfícies encontram-se embutidas entre os enclaves de Maranguape e Aratanha, sendo marcadas pela primazia de topografias planas e levemente onduladas, tendo sua morfologia exposta através dos pedimentos, identificados como recuos das vertentes, que se inclinam desde a base dos maciços residuais, onde a dissecação é mais marcante, em decorrência do maior entalhamento proporcionado pela drenagem dali proveniente. Essa unidade apresenta relativo potencial de água represada, com a presença de 57 açudes de pequeno e médio porte, sendo nessa região a forma mais característica de acumulação derivada da ação fluvial.

Planícies de Acumulação Fluvial e Tabuleiros Pré-Litorâneos

Na área de estudo as planícies fluviais, que originalmente comportavam os ecossistemas de mata ciliar, conjuntamente com o ecossistema aquático, são constituídas por depósitos flúvio-aluvionares quaternários. Estendem-se a partir do médio curso dos principais rios que compõem o sistema de drenagem da sub-bacia do rio Pirapora, bordejam seus leitos, formando estreita faixas de terra, compostas por sedimentos grosseiros, que periodicamente são inundadas dependendo das concentrações dos totais pluviométricos e das condições de

ocupação urbana. Nos altos cursos desses rios, em função das declividades das vertentes, as planícies têm larguras inexpressivas.

As planícies fluviais da sub-bacia hidrográfica ocupam uma área com cerca de 5,06km², e localizam-se sobre os terrenos do embasamento cristalino (Figura 11).

Figura 11 – Planície fluvial no médio curso do rio Sapupara, com plantio de cana-de-açúcar, no distrito de Sapupara - Maranguape. Ao fundo a vertente ocidental da serra da Aratanha.



Fonte: Cordeiro, setembro 2011.

Essas áreas, apesar do significado espacial pouco representativo, constituem em geral, ambientes de diferenciação regional nos sertões semiáridos/subúmidos, por abrigarem melhores condições ambientais (solo e disponibilidade hídrica), possibilitando a implantação de atividades agrícolas (cultivo de cana-de-açúcar, feijão, milho, batata doce e capim elefante) com um nível tecnológico rudimentar produzindo muitos e expressivos efeitos ambientais perceptíveis na paisagem. Porém, apresentam limitações à ocupação humana. Tais planícies detêm níveis altimétricos de 62-140 metros e possuem solos aluviais recobertos pela mata ciliar, que se encontra bastante descaracterizada.

Já os tabuleiros pré-litorâneos ocorrem de forma concentrada, assentados sobre os terrenos cristalinos. Trata-se da unidade geomorfológica menos abrangente do ponto de vista espacial, com cerca de 2,61km². Apresentam relevo plano, ocorrendo de forma concentrada, somente, no baixo curso do rio Tangureira, em posição pré-litorânea, sem ruptura topográfica, com a depressão sertaneja aplainada.

A mancha de “tabuleiro”, da sub-bacia do rio Pirapora, é composta por coberturas sedimentares não coesas da Formação Barreiras, de origem pliopleistocênica, e por sedimentos alterados localmente (eluviais) ou removidos (coluviais). A composição pedológica é amplamente dominada pelos argissolos vermelho-amarelos, solos profundos com textura arenosa e os neossolos flúvicos, recobertos pela caatinga arbustiva e mata ciliar, ambas degradadas.

4.2 Aspectos hidroclimáticos

As características hidroclimáticas são de fundamental importância para a compreensão dos processos que atuam na superfície terrestre, inclusive com fortes influências sobre a vida humana.

Christofolletti (1990, p. 23) salienta a importância do clima na percepção das paisagens da seguinte maneira: “embora não seja um componente materializável e visível na superfície terrestre, o clima é bastante perceptível e contribui significativamente para se sentir e perceber as paisagens”. Ou seja, as condições hidroclimáticas de uma determinada região vão influenciar nos processos físicos e químicos da pedogênese e morfogênese, e na disponibilidade de água, recurso indispensável para satisfazer as necessidades vitais da humanidade e suas atividades socioeconômicas.

Sobre as condições hidroclimáticas da RMF, Brandão (1995) assinala que:

“A maior parte dos processos naturais é influenciada pelo clima. Relevo, solo, vegetação, recursos hídricos e, principalmente, a vida humana, são ajustadas às condições atmosféricas e climáticas. Nos programas de planejamento territorial o conhecimento da periodicidade com que ocorrem os eventos atmosféricos e suas implicações, oferece uma contribuição indispensável para as regiões marcadas pela deficiência de recursos hídricos e para a implantação de medidas que contemplem o binômio homem-ambiente” (BRANDÃO, 1995, p. 22).

Essa ideia é corroborada por Zanella (2007) ao afirmar que a análise das condições climáticas de uma região é importante, pois o clima se reflete nos processos e formas geomorfológicas, regimes dos rios, disponibilidade dos recursos hídricos, formação dos solos e na distribuição da cobertura vegetal.

A caracterização do clima e da hidrografia da sub-bacia do rio Pirapora teve como aporte teórico os estudos de Nimer (1979), Brandão (1995), Medeiros *et al.* (1995), Souza (2000), Zanella (2007), Ceará (2002), além dos dados oriundos da estação pluviométrica da FUNCEME (período 1974-2010) localizada nas proximidades da vertente oriental do maciço de Maranguape.

A região Nordeste e o estado do Ceará como um todo são marcados pela forte irregularidade pluviométrica. A enorme extensão territorial da região Nordeste e a diversidade do relevo, somados à conjunção de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia dessa região uma das mais complexas do mundo (NIMER, 1979). O autor acrescenta que esta complexidade não se traduz em grandes diferenciações térmicas, mas reflete-se em uma extraordinária variedade climática, com grandes variações dos índices pluviométricos.

De acordo com Souza (2000), o regime térmico, contrariamente ao que se observa com o ritmo das chuvas, é marcado por pequenas variações e por maior regularidade. Souza (op.cit.) conclui afirmando que no território cearense, durante todo ano, as temperaturas têm valores elevados entre 26 a 29°C. Já nos relevos serranos há uma amenização sensível das condições térmicas que apresentam valores compreendidos entre 21 e 23°C.

Para Nimer (1979) a extensão territorial e a diversidade do relevo exercem papéis importantes na climatologia da região Nordeste, cuja complexidade decorre fundamentalmente de sua posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica.

Ab'Sáber (1974) afirma que os climas sertanejos do Nordeste brasileiro constituem uma exceção em relação aos climas zonais peculiares às faixas de latitude similares. Para o geógrafo, trata-se de um clima azonal de expressão regional, afetando um amplo espaço regional.

Tradicionalmente, o clima semiárido nordestino tem sido caracterizado pela insuficiência pluviométrica, temperaturas elevadas e fortes taxas de evapotranspiração. Além de insuficientes, as precipitações são caracterizadas por uma evidente irregularidade temporal e espacial. A região semiárida do Nordeste brasileiro é submetida a condições anômalas com períodos prolongados de seca, em que as atividades socioeconômicas são profundamente modificadas.

Zanella (2007) afirma que as condições climáticas do estado do Ceará são também muito variáveis e complexas, estando relacionadas à interação de diferentes centros de ação e sistemas atmosféricos que atuam na região com os fatores geográficos locais e regionais. A autora ainda afirma que:

“A localização do estado, próximo à linha do Equador, favorece uma intensa insolação durante o ano todo e, dessa forma, muito calor, caracterizando-o como uma área típica de climas quentes. A atuação dos diferentes sistemas atmosféricos estabelece a sazonalidade da precipitação. A altitude, a disposição do relevo e a

proximidade - ou distância – da superfície oceânica proporcionam as diferenciações locais dos climas no estado”. (ZANELLA, 2007, p. 170).

Para explicar a gênese das precipitações na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, torna-se necessário uma análise da circulação atmosférica.

Em estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, Almeida (2010) afirma que os principais sistemas atmosféricos produtores de precipitação na região Nordeste do Brasil como um todo, e de modo específico no estado do Ceará e na RMF, são: a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade (IT's), os Complexos Convectivos de Meso-Escala (CCM's) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN).

Souza (2000) afirma que o principal sistema atmosférico das condições climáticas no Ceará é a Zona de Convergência Intertropical, responsável pelas chuvas mais importantes, atuando de modo mais expressivo sobre o Estado a partir de meados do verão, atingindo sua posição mais meridional no outono.

No hemisfério sul, a ZCIT chega, em média, a aproximadamente 2-5° de latitude Sul, entre fevereiro a abril, ocasionando precipitações abundantes em todo território cearense. Em maio inicia o seu retorno em direção ao Hemisfério Norte, quando então, entra em declínio o período chuvoso (ZANELLA & SALES, 2011).

Sales & Zanella (op.cit.) acrescentam que além da ZCIT, outros sistemas secundários atuam no estado do Ceará:

“Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, que atuam na estação pré-chuvosa, nos meses de janeiro e fevereiro; as Linhas de Instabilidades Tropicais que geram chuvas em fevereiro e março, que juntamente com a ZCIT contribui para o incremento das mesmas; os Complexos Convectivos de Meso-escala, que correspondem a aglomerados de nuvens que se formam em virtude de certas condições favoráveis, como a temperatura, relevo, pressão etc., provocando chuvas fortes e de curta duração e as Ondas de Leste, responsáveis pelas chuvas que ocorrem nos meses de junho e julho” (SALES & ZANELLA, 2011, p. 63).

Sob tais condições, o regime de chuvas no Ceará tem acentuada variação com reflexos não apenas na distribuição das chuvas ao longo da estação, como nos totais anuais entre diferentes anos em uma mesma localidade ao longo do tempo (SOUZA, op.cit.).

As condições hidroclimáticas ocorrem na área da sub-bacia do Pirapora basicamente sob a influência de três sistemas sinóticos geradores de precipitações: as Frentes Frias originárias do polo Sul, Centro de Vorticidade Ciclônica e a Zona de Convergência Intertropical, além de outros sistemas secundários que atuam na região, como as Linhas de

Instabilidade Tropicais formadas ao longo da costa, e as brisas marítimas (ALMEIDA, 2010; BRANDÃO, 1995; SOUZA, 2000).

Segundo Ceará (2002), o clima local pode ser explicado pelo mecanismo de circulação atmosférica, posição geográfica da área próxima ao mar e a elevação topográfica. Este último fator minimiza a temperatura e a evapotranspiração, bem como aumenta a pluviometria nos ambientes serranos e nos sertões do entorno.

O tipo climático predominante da sub-bacia do rio Pirapora, de acordo com o sistema de classificação de Köppen (*in* NIMER, 1979), é o tropical chuvoso quente úmido, com chuvas de verão-outono e temperaturas máxima de 28°C e mínima de 23°C. A estação pluviométrica de Maranguape (FUCEME - nº da estação 83; coordenadas E em UTM 535.284, coordenada W em UTM 9.568.580) se enquadra no tipo climático AW' (sistema de Köppen), ou seja, no mesoclima da faixa costeira cearense, uma vez que essa estação encontra-se a 25km de distância da costa litorânea.

A área é favorecida por variações térmicas localizadas, ocasionadas pelas mudanças do relevo, resultando em climas subúmidos (regiões serranas) e subúmidos secos (depressões sertanejas), com médias pluviométricas anuais variando entre 1.100 e 1.350mm (MEDEIROS *et al.*, 1995). As saliências locais de relevo abreviam o período seco, enquanto que as depressões o prolongam (SOUZA, 2000).

As médias térmicas ficam em torno de 26 a 30°, havendo variações significativas nas serras de Maranguape e Aratanha derivada da ação combinada da altitude e da exposição dos relevos em face do deslocamento das massas úmidas oriundas do oceano. As temperaturas intermediárias, atingindo valores entre 23 e 26°C, encontram-se nos enclaves úmidos da Aratanha e Maranguape, onde as altitudes variam entre 600 e 900 metros. Apesar de em todo o estado do Ceará verificarem-se temperaturas elevadas, a influência de fatores locais determina diferenciações térmicas significativas dentro do seu território.

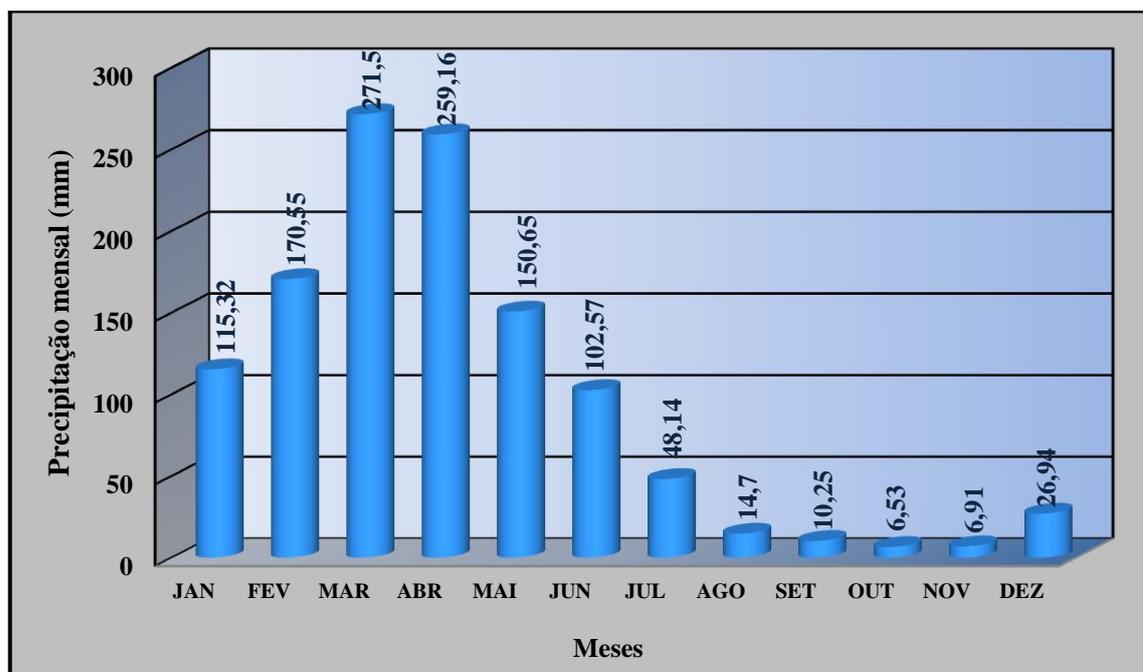
Há que se considerar a importância da disposição do relevo e da altitude na produção de chuva na área da sub-bacia do rio Pirapora. Essas condições favorecem a ascensão forçada do ar, formando intensa nebulosidade, e aumentando a atividade conectiva por ocasião do período chuvoso, o que cria condições favoráveis para o estabelecimento de climas úmidos nessas áreas. Isso é nitidamente observado na vertente de barlavento de Maranguape em altitudes superiores a 500 metros.

Na vertente de sotavento da Aratanha, porção sudeste da sub-bacia em estudo, ao contrário, o ar torna a descer, reduzindo assim, os totais pluviométricos e criando condições

para a formação de climas subúmidos, que se restringem apenas às cotas mais elevadas, configurando índices pluviométricos menores e maior irregularidade das chuvas. Já na porção inferior desta vertente e nas superfícies pediplanadas sertanejas que estão embutidas entre os maciços, evidenciam-se as condições de semiáridas.

Na vertente oriental da serra de Maranguape os totais pluviométricos atingem valores mais elevados em relação às áreas que a circundam, dada a influência acentuada do relevo e da altitude. Esta última atinge uma média anual superior a 1.183mm. Os picos de precipitação são atingidos, normalmente, em março-abril. O trimestre menos chuvoso abrange o período setembro-outubro-novembro, com mínimas registradas em outubro-novembro, para o período compreendido entre os anos de 1974 e 2010 (Figura 12).

Figura 12 – Média mensal pluviométrica no período de 1974 a 2010 da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape (Ceará).



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em FUCEME (2010).

O regime pluviométrico da sub-bacia do rio Pirapora caracteriza-se por uma estação chuvosa e outra seca. No primeiro semestre precipita mais de 90% do total anual, com maiores concentrações no trimestre fevereiro-março-abril, sendo o mês de março o mais chuvoso (271,5mm) para o período de 1974 a 2010. A estação mais seca inicia-se em julho, indo até dezembro.

A distribuição mensal das chuvas na estação chuvosa se dá de maneira praticamente uniforme, segundo Arruda (2001), com uma média de nove dias de chuvas em cada mês, todas de curta duração. Mas a grande maioria é de caráter torrencial, acompanhadas

de trovoadas e relâmpagos (Tabela 1). As características geográficas da área têm reflexo na quantidade de chuvas que caem sobre a área de abrangência da sub-bacia do rio Pirapora. O relevo montanhoso e a proximidade com o litoral condicionam o clima e o regime pluviométrico da região, fazendo com que sejam apresentadas marcas expressivas da média anual de pluviometria. Precipitações máximas e mínimas ocorridas na área em estudo no período são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Ocorrência de chuvas superiores a 400 mm/mês na região da sub-bacia do rio Pirapora, Maranguape (Ceará).

Ano	Meses	Pluviometria (mm)
1974	Março	496,8
1974	Abril	419,2
1985	Fevereiro	420,4
1986	Março	513,0
1988	Março	442,5
2001	Abril	523,7
2003	Abril	480,8
2008	Abril	402,4
2009	Março	466,0
2009	Abril	427,6

Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em FUCEME (2010).

Tabela 2 – Máximas e Mínimas Pluviométricas Anuais da Estação de Maranguape-Ceará, período 1974 – 2010.

Município	Precipitação Máxima (mm)	*	Ano	Precipitação Mínima (mm)	**	Ano	Média Pluviométrica (mm)
Maranguape	2.311,70	29	1974	465,2	08	2005	1.183,22

Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em ARRUDA (2001); FUCEME (2010).

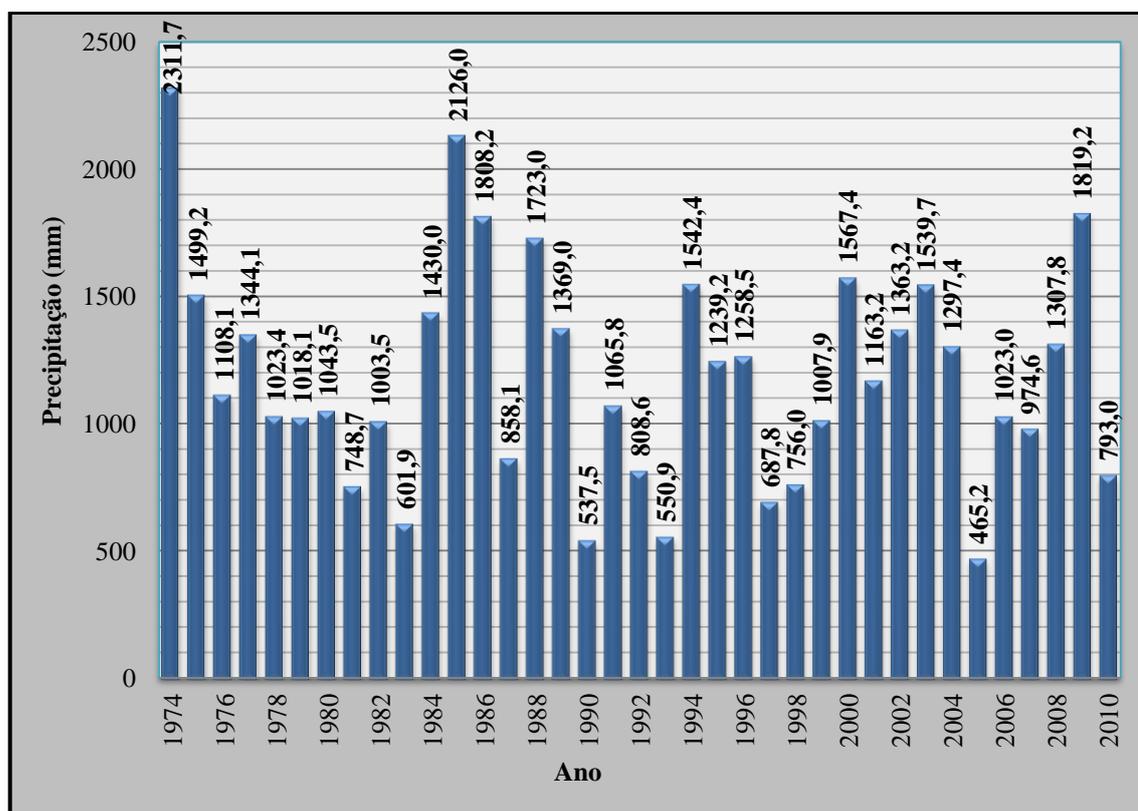
* N° de anos com precipitações acima de 800mm.

** N° de anos com precipitações abaixo de 800mm.

Analisando os totais pluviométricos anuais (Figura 13), verifica-se que as maiores secas registradas na série com valores abaixo de 800mm, ocorreram nos anos de 1981, 1983, 1990, 1993, 1997, 1998, 2005 e 2010. Dentre os anos que apresentam o total pluviométrico

inferior à média (1.183,22mm) do período, o ano de 2005 desponta por apresentar o menor índice registrado (465,2mm). O ano de 2005 assume destaque por encerrar uma série de seis anos (1999-2004), onde os valores totais ultrapassaram os 1000 milímetros.

Figura 13 – Total pluviométrico anual da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em FUCEME (2010).

Os anos mais chuvosos foram os de 1974 e 1985 com 2.311,7 e 2.126 milímetros, respectivamente. No período compreendido pelos anos de 1975, 1977, 1984, 1986, 1988, 1989, 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2008 e 2009 foram registrados índices que ultrapassam a média, ocasionando uma série de problemas socioambientais nas planícies de inundação do rio Pirapora e seus tributários, notadamente no Distrito-Sede de Maranguape, onde o crescimento da malha urbana e a consequente impermeabilização dos solos, além da canalização e retificação dos cursos d'água, impede que as etapas do ciclo hidrológico ocorram de maneira natural. Dessa maneira, observa-se a diminuição da infiltração das águas pluviais e o aumento do escoamento superficial, no período da quadra chuvosa.

A partir do exposto fica evidente que a principal marca da precipitação na sub-bacia hidrográfica não é o total pluviométrico, mas sim sua distribuição temporal, sobretudo

pela concentração ao longo do ano. De fato, o que causa maiores problemas socioambientais é a irregularidade na distribuição das chuvas ao longo dos anos.

4.2.1 Análise do balanço hídrico

O estudo do balanço hídrico é de fundamental importância para se definir a disponibilidade hídrica de uma região. Além da precipitação que representa a entrada de água da atmosfera para o solo, deve-se admitir a perda de água do solo para a atmosfera através da evapotranspiração das plantas; do balanço entre dois processos opostos resulta o estado final de umidade do solo.

O balanço hídrico também é um importante instrumento para caracterizar o regime pluviométrico de uma dada localidade, pois ele contabiliza a disponibilidade de água no solo para cada mês do ano, indicando os períodos de deficiência e excedente hídrico. Sabe-se que a estimativa da disponibilidade de água é de fundamental importância para o planejamento das diferentes atividades humanas como a agricultura, pecuária, comércio, construção civil, para o abastecimento urbano e, inclusive, para as atividades relacionadas ao turismo.

De acordo com os dados do balanço hídrico da sub-bacia do rio Pirapora para o período de 1974 a 2010 (Tabela 3; Figuras 14 e 15), os valores de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) apresentam-se positivos por ocasião do período chuvoso de fevereiro a maio, o que implica em potencial de água no solo, repercutindo no desenvolvimento da vegetação, no armazenamento de água nos aquíferos e no escoamento superficial, havendo, portanto, reposição e disponibilidade de recursos hídricos para a área por todo esse período considerado. A capacidade de armazenamento mensal de água no solo (CAD), que para a região é de 283,5mm, somente é ultrapassada nos meses de abril e maio, ficando abaixo de sua capacidade entre junho e janeiro, meses nos quais se verificou a retirada de água no solo (Figura 16).

Em março, apesar do índice pluviométrico de precipitação apresentar 271,50mm, não houve excedente hídrico. Apenas em abril e maio, com índices pluviométricos de 259,16 e 150,65mm, respectivamente, ocorreu excedente hídrico; o mês de maio apresenta o maior excedente (20,60mm). A partir do mês de junho, há um decréscimo das precipitações e o balanço hídrico sofre uma alteração, ou seja, torna-se negativa a precipitação efetiva (P-ETP), que é de -24,83mm. Inicia-se a estação de deficiência de água no solo, que irá se estender até janeiro, perfazendo um déficit anual de 452,80mm, em média.

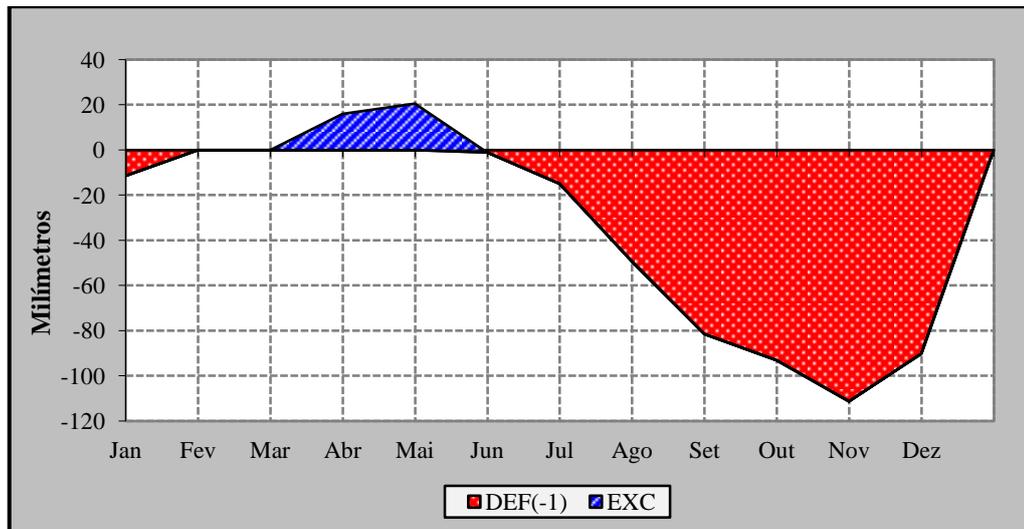
Já os valores de evapotranspiração real (ETR) variam de 160,1mm em fevereiro para 27mm em novembro, apresentando um índice médio anual de 1.146,6mm. Conforme constatado, considera-se que a área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora apresenta uma longa estação seca, com 8 (oito) meses, de junho a janeiro, com déficit hídrico anual de 452,80mm.

Tabela 3 – Balanço hídrico da sub-bacia do rio Pirapora, Maranguape-CE, para o período 1974-2010, segundo Thornthwaite & Mather (1955).

Mês	T °C	ETP (mm)	P (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
JAN	27,40	127,80	115,32	116,30	11,4	0,0
FEV	27,20	160,10	170,55	160,10	0,0	0,0
MAR	26,80	127,00	271,50	127,00	0,0	0,0
ABR	26,50	137,50	259,16	137,50	0,0	16,00
MAI	26,50	130,10	150,65	130,10	0,0	20,60
JUN	26,30	127,40	102,57	126,40	1,10	0,0
JUL	25,90	124,10	48,14	109,20	14,90	0,0
AGO	26,50	130,90	14,70	81,50	49,40	0,0
SET	26,70	140,20	10,25	58,80	81,50	0,0
OUT	26,90	128,90	6,53	35,80	93,10	0,0
NOV	27,10	138,30	6,91	27,00	111,30	0,0
DEZ	27,30	127,30	26,94	37,10	90,20	0,0
MÉDIA	27	-	-	-	-	-
TOTAL	-	1599,50	1183,20	1146,60	452,80	36,60

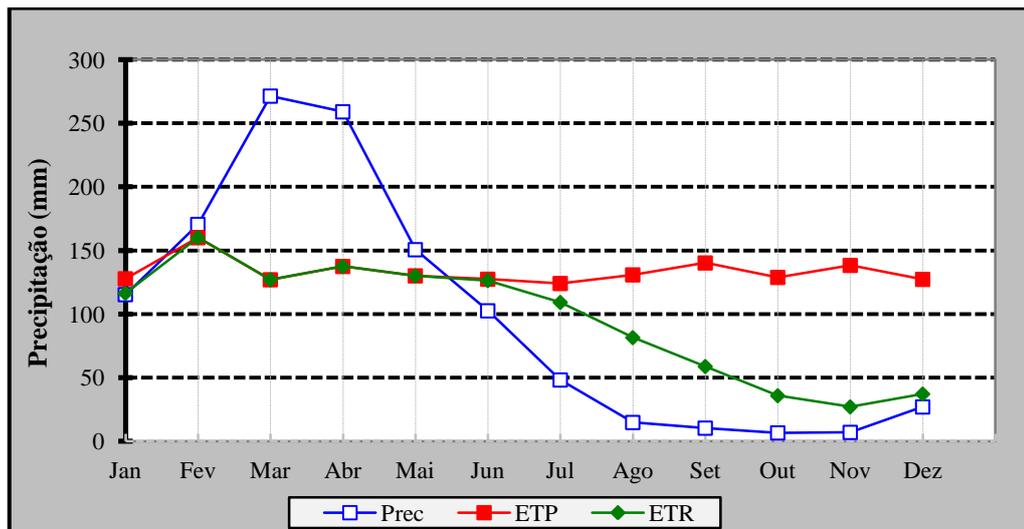
Fonte: Programa da ESALQ/USP, desenvolvido por ROLIM, SENTELHAS e BARBIERI (1998), do Departamento de Ciências Exatas. Legenda: (T) Temperatura Média Mensal; (ETP) Evapotranspiração Potencial Corrigida; (P) Precipitação; (ETR) Evapotranspiração Real; (DEF) Déficit Hídrico e (EXC) Excedente Hídrico.

Figura 14 – Extrato do balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.



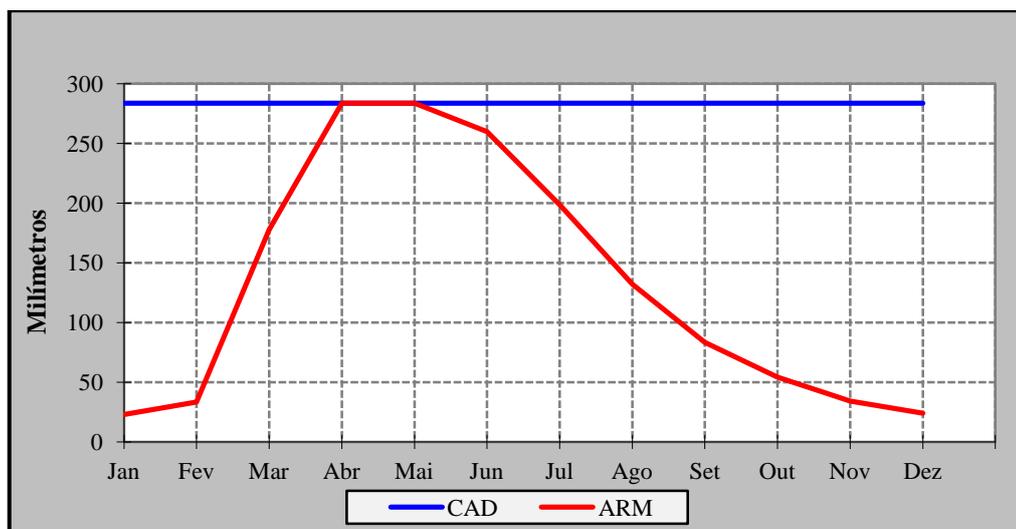
Legenda: (DEF) Deficiência Hídrica e (EXC) Excedente hídrico. Fonte: FUNCEME (1974-2010).

Figura 15 – Balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape – Ceará para o período 1974-2010.



Legenda: (Prec) Precipitação; (ETP) Evapotranspiração Potencial e (ETR) Evapotranspiração Real. Fonte: FUNCEME (1974-2010).

Figura 16 – Capacidade de armazenamento e armazenamento mensal de água no solo, da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape – Ceará, no período de 1974-2010.



Legenda: (CAD) Capacidade de Armazenamento e (ARM) Armazenamento. Fonte: FUNCEME (1974-2010).

4.2.2 Condições hidrológicas superficiais e subsuperficiais

A análise das características hidrológicas reflete a avaliação do potencial de recursos hídricos de determinada área, sendo importante, já que depende diretamente das condições climáticas locais e estas, por sua vez, definem os regimes fluviais, a permanência do escoamento superficial e a recarga dos aquíferos.

A disponibilidade de água no solo é essencial para a demanda das plantas e, conseqüentemente, para a utilização agrícola do solo, sendo muitas vezes, a única fonte hídrica a ser captada, principalmente em épocas de seca. Souza (2007) afirma que os recursos hídricos de superfície e de subsuperfície dependem dos condicionantes morfoestruturais e climáticos.

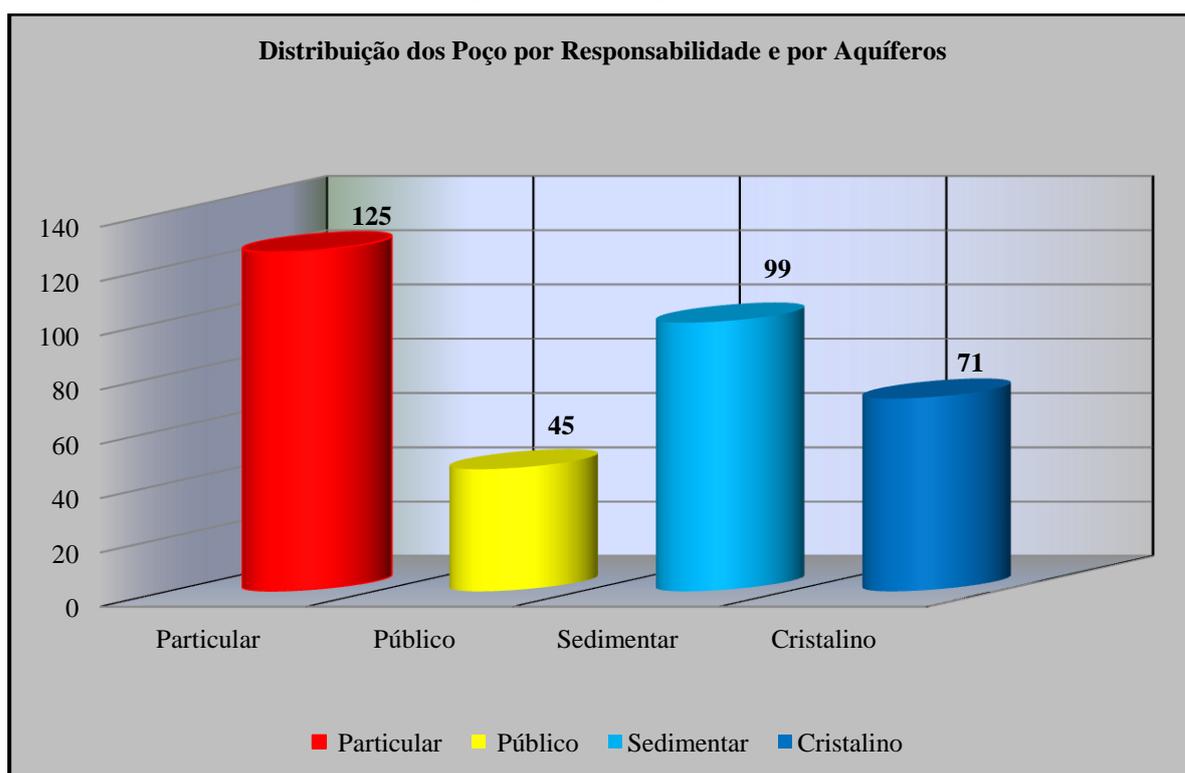
As condições climáticas tem influências diretas sobre os recursos hídricos, principalmente através das precipitações, sendo as principais fontes de suprimento dos mananciais, modificando de modo temporário a quantidade de água disponível na superfície e subsuperfície. Já as condições geológicas interferem diretamente no escoamento superficial da área, pois as rochas impermeáveis dos terrenos cristalinos propiciam um maior escoamento superficial e, por conseqüência, uma menor infiltração.

Para Santos (2006), as características de relevo determinam a velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente definem a capacidade energética dos rios em escavar vales e transportar de sedimentos. As condições fitoecológicas e de uso e ocupação, associadas às condições geológicas do terreno definem a proteção à superfície, capacidade de infiltração e armazenamento da água no solo.

Portanto, as características do escoamento, do potencial hídrico superficial e subsuperficial da área objeto de estudo são dependentes das condições geológicas, geomorfológicas, climáticas e fitoecológicas, bem como das condições de uso e ocupação, que também influenciam sobremaneira o potencial hidrológico, a qualidade da água e a disponibilidade hídrica.

No que se refere aos recursos hídricos subterrâneos, nota-se uma relação direta entre o tipo de aquífero e a geologia. Segundo os estudos realizados por Medeiros *et al.* (1995) as reservas hídricas subterrâneas em Maranguape são associadas a três tipos de aquíferos: aluvionares, sedimentares e fissurais. Já Cavalcante *et al.* (2010) consideraram apenas dois sistemas hidrogeológicos: meio cristalino e sedimentar, cuja responsabilidade distribuiu-se entre os poderes públicos e particulares de Maranguape (Figura 17).

Figura 17 – Distribuição dos poços por responsabilidade e por aquífero, na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape (Ceará).



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em CPRM (1998) e Cavalcante (2010).

O domínio cristalino é considerado como um meio de baixo potencial hidrogeológico, devido apresentar uma porosidade secundária, ou seja, seus parâmetros hidrodinâmicos dependem da intensidade do fraturamento existente nas rochas, bem como da sua abertura e da interconexão das mesmas para ocorrer o fluxo da água no meio.

Portanto, os aquíferos fissurais estão relacionados aos terrenos de rocha cristalina, onde sua ocorrência não se dá pela permeabilidade da rocha mas sim pela ocorrência de fraturas e falhas que propiciam a acumulação subterrânea. Vale ressaltar que o meio cristalino sem a influência dos processos tectônicos que propiciem a existência de fraturas abertas, com porosidade e permeabilidade primárias pequenas ou praticamente nulas, é incapaz de armazenar ou liberar água.

Nos terrenos cristalinos da área em apreço o potencial de uso de águas subterrâneas está limitado às zonas de fraturas das rochas, setores mais densamente diaclasados, mantos de intemperismo ou as coberturas colúvio-eluviais, e às aluviões, onde as vazões são bastante limitadas e, muitas vezes, constituem a única fonte de água.

Brandão (1995) assinala que a maior importância dos mantos de intemperismo ou das coberturas colúvio-eluviais estabelecidas sobre as rochas cristalinas está no fato de funcionarem como áreas de recarga para o meio fraturado subjacente.

As aluviões/coberturas constituem aquíferos porosos e livres, com nível estático sub-aflorante e vazões que oscilam em função da composição granulométrica presente (MEDEIROS *et al.*, 1995). Estes aquíferos ocorrem margeando as calhas dos principais rios que drenam a sub-bacia do rio Pirapora, formado por um pacote sedimentar pouco espesso e apresentando porosidade primária. Normalmente, as zonas aluvionares apresentam altas permeabilidade e porosidade que compensam as pequenas espessuras.

Já para Granjeiro, Oliveira & Souza (2002), os aquíferos aluvionares estão restritos às planícies fluviais, porém encontram-se disseminados ao longo dos terrenos cristalinos, em razão do adensamento da rede de drenagem. Devido a sua boa porosidade e permeabilidade, os aquíferos aluvionares são altamente vulneráveis a contaminações, fato esse causado no geral por processos antrópicos, particularmente pela construção de residências de baixo padrão arquitetônico, ou favelas ao longo das margens dos cursos d'água e pela falta quase total de saneamento básico.

A partir do recenseamento de fontes de abastecimento de água subterrânea no estado do Ceará, realizado pela CPRM (1998), e pelos estudos realizados por Cavalcante *et al.* (2010), foi possível identificar e verificar a situação atual dos aquíferos da área de estudo, por domínio hidrogeológico, levando em conta, ainda, seu caráter público ou privado.

Portanto, a partir do cadastro dos 170 poços na área foi realizada a classificação por sistemas hidrogeológicos: meio cristalino (71 poços) e sedimentar (99). A média das profundidades dos poços na área é diferenciada entre os sistemas, sendo no sedimentar a

média 20% mais baixa que do cristalino (57,4m). O nível estático no sedimentar é sub-aflorante, freático, em média 2,7 metros, e no cristalino de 6,5 metros.

O maior número de poços escavados captando água do sistema sedimentar é justificado pela facilidade de encontrar água, diferente do meio cristalino que depende do padrão estrutural das rochas, e pelo baixo custo na construção das “cacimbas” comparadas às obras de perfuração no cristalino.

É no domínio sedimentar, com 99 poços tubulares cadastrados, que se encontra a maior quantidade de poços existentes na sub-bacia do rio Pirapora. Já o número de aquíferos no meio fraturado é de 71 poços tubulares, correspondendo a 41,77% das obras de captação das águas subterrâneas (Tabela 4). Mesmo compreendendo quase a metade dos poços existentes na sub-bacia, o potencial aquífero desses poços não se compara com a capacidade hídrica dos poços sedimentares. A localidade com o maior número de poços é o Distrito-Sede de Maranguape.

Tabela 4 – Situação dos poços cadastrados, de acordo com o sistema hidrogeológico da área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape (Ceará).

Situação	Sedimentar		Cristalino	
	Nº de Poços	Frequência (%)	Nº de Poços	Frequência (%)
Em Uso	71	71,72	12	16,90
Desativado	21	21,21	19	26,76
Abandonado	6	6,06	34	47,89
Não Instalado	1	1,01	6	8,45
Total	99	100,00	71	100,00

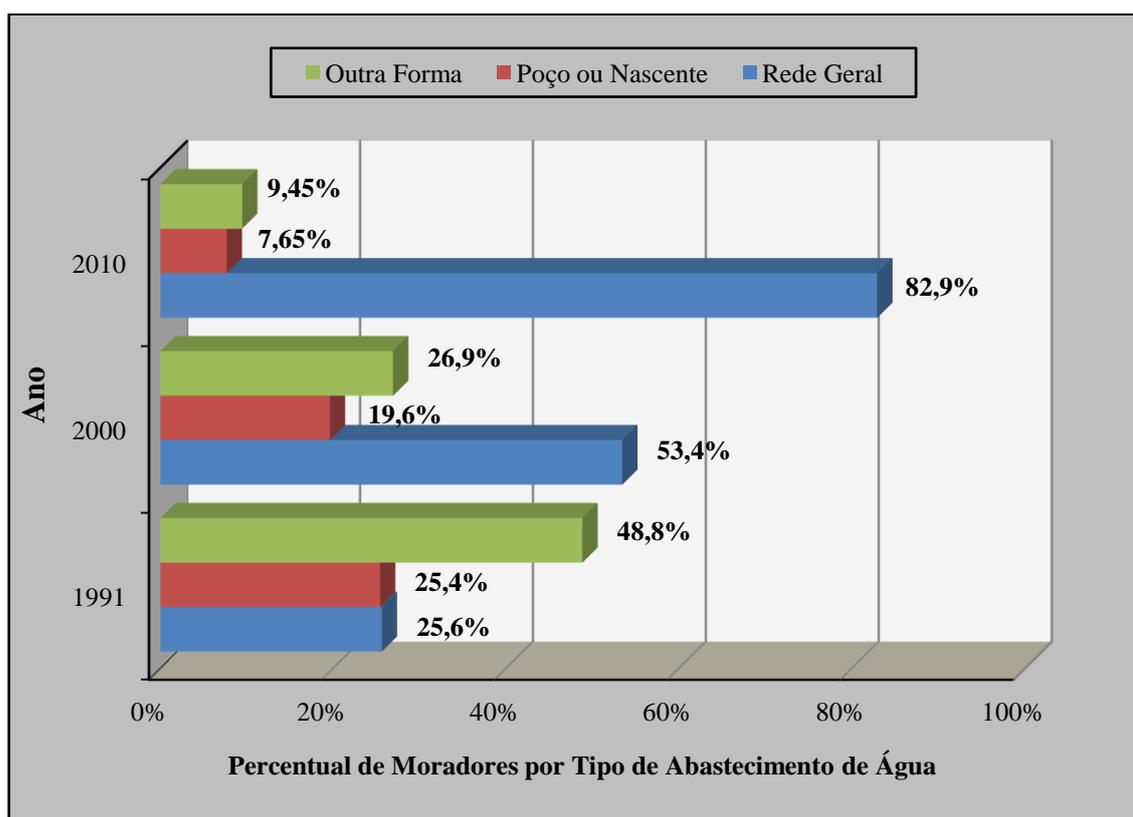
Fonte: CPRM (1998); Cavalcante (2010).

Pode-se observar que o sistema cristalino apresenta um número reduzido de poços em uso, onde do total de 71 poços cadastrados apenas 12 estão em uso. Já nos poços sedimentares, temos um número maior de poços em uso (71), mostrando que na região como um todo, a água subterrânea é utilizada em pequena escala, sendo usada predominantemente no uso doméstico. Segundo dados do censo demográfico (IBGE, 2010), somente 368 domicílios particulares permanentes (8,51%) utilizam águas subterrâneas na área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

Segundo levantamentos de informações obtidos em campo, na área de estudo, o motivo dos demais poços estarem desativados e abandonados está ligado a diversos fatores, tais como: quebra de manivela, tubulação, falta de bomba, salinização e água contaminada.

De acordo com os dados do Ministério da Saúde (2010), o município de Maranguape tem seu abastecimento de água potável (residencial e industrial) a cargo da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará - CAGECE, pois o mesmo não possui reservas hídricas de superfície e subsuperfície com potencial mínimo para dar suporte ao seu abastecimento (Figura 18). Conforme dados do censo demográfico (IBGE, 2010), a área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, representada pela sede municipal e pelo distrito de Sapupara, possui 16.941 (96,38%) domicílios que dependem diretamente do sistema de abastecimento de água potável da CAGECE (Tabela 5).

Figura 18 – Proporção de moradores por tipo de abastecimento de água no município de Maranguape (Ceará), no período de 1991 a 2010.



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado em DATASUS, Ministério da Saúde (2010).

Tabela 5 – Formas de abastecimento de água, em domicílios particulares permanentes, Maranguape (Ceará) – 2010.

Setor	Total de Domicílios	Rede Geral		Poço ou Nascente		Outra Forma ¹	
		Domicílio	%	Domicílio	%	Domicílio	%
Maranguape	28.984	24.027	82,90	2.219	7,65	2.738	9,45
Sede Municipal	15.525	15.116	97,36	223	1,44	186	1,20
Distrito de Sapupara	2.052	1.825	88,94	145	7,07	82	4,01

Fonte: IBGE, censo demográfico 2010.

¹ Água da chuva (armazenada), rios e açudes.

Pelo alto número de poços desativados ou abandonados, nota-se um descaso dos órgãos competentes com as obras de manutenção e captação de águas de subsuperfície na região. Afinal, a água como bem mineral essencial à vida “clama” por providências para recuperação dos pontos de captação (tabela 6).

Tabela 6 – Situação dos poços cadastrados na área da sub-bacia, levando em conta, o seu caráter público e privado.

Natureza do Poço	Em uso	%	Desativado	%	Abandonado	%	Não Instalado	%
Poço Público	15	33,33	11	24,44	19	42,23	-	-
Poço Particular	68	54,40	29	23,20	21	16,80	7	5,60

Fonte: CPRM, 1998; Cavalcante, 2010.

Pode-se correlacionar a responsabilidade por parte dos poderes públicos e particular com as obras de captação, observando-se o descaso para os poços públicos. Neste caso, existem 66,67% dos poços desativados e abandonados, e apenas 33,33% em uso. O desinteresse político pode ser explicado em parte por este tipo de obra não apresentar a mesma visibilidade, quando comparada a construção de grandes barragens superficiais (açudes).

Portanto, as principais reservas de águas subterrâneas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora encontram-se nas aluviões e nos terrenos cristalinos, em ordem de importância hidrológica. O uso destas reservas está bastante comprometido pela expansão urbana, no que diz respeito a instalação de fontes potenciais de contaminação, como fossas sépticas, moradias

clandestinas desprovidas de saneamento básico, lixões, esgotos domésticos e industriais, postos de combustível, serviços lava-jatos, atividades agrícolas, além da perfuração indiscriminada de poços.

Já a rede de drenagem, representada pelos rios e riachos da área de estudo, apresenta traços característicos em relação à duração e seu padrão de drenagem em conformidade com as unidades ambientais, refletindo seu regime pluviométrico (SOUZA, 2000).

De modo genérico, a impermeabilidade dos terrenos, principalmente nas vertentes subúmida e úmida dos maciços pré-litorâneos, aliada ao forte gradiente dos perfis longitudinais, justificam a existência de um maior adensamento de cursos d'água, bem como o expressivo grau de dissecação do relevo, que tendem a uma acentuada ramificação, configurando padrões de drenagem dendríticos e subdendríticos.

Esse escoamento acarreta um maior acidentamento do relevo serrano em função da ação dos processos erosivos lineares, originando feições morfológicas mais aguçadas, intercaladas por vales em forma de “V” ou ligeiramente alargados nos setores de topografia mais suave (SOUZA, op.cit.). Incontestavelmente o potencial hídrico de superfície é muito superior ao potencial hidrogeológico, e isto se configura por razões de natureza geológica e geomorfológica.

Já nas depressões sertanejas, os vales são largos, com uma considerável planície de inundação em determinados setores, recobertos por sedimentos grosseiros que são transportados pelo escoamento superficial, e por uma vegetação de mata ciliar fortemente degradada. Neste contexto, as aluviões dos rios Pirapora, Sapupara, Gereraú e Tangueira caracterizam-se por serem importantes aquíferos, onde a exploração de água subterrânea pode ser realizada de forma mais planejada, já que estes ambientes comportam-se de maneira diferenciada em relação ao fluxo e ao armazenamento de água.

Na vertente oriental da serra de Maranguape encontram-se as nascentes dos três principais rios da sub-bacia em questão: Pirapora, Gavião e Tangueira (Figura 19). Esses, juntamente a outros pequenos riachos são responsáveis pela drenagem do maciço e do Distrito-Sede da cidade de Maranguape. Esta rede de drenagem corta a sede do município de Maranguape no sentido oeste-leste e vão alimentar o rio Maranguapinho, já no município de Maracanaú, desaguando por fim, no rio Ceará, no município de Fortaleza.

Figura 18 – Rio Pirapora, no centro da cidade de Maranguape-Ceará, na estação chuvosa (01) do ano de 2010, e na estação seca (02), em outubro de 2010. Notar o estado de assoreamento do seu leito, em decorrência da ausência da mata ciliar.



Fotos: Cordeiro (2010).

Entre os canais mais expressivos da margem direita da rede de drenagem da sub-bacia, porção sudoeste da serra da Aratanha, destacam-se o riacho das Matas e o rio Sapupara, que juntamente com rio Gereraú formam o rio Tangureira, principal afluente do rio Pirapora (Figura 20).

Figura 19 – Rio Gereraú, distrito de Sapupara, Maranguape-Ceará, nas proximidades da confluência com o rio Sapupara, na estação chuvosa (01) do ano de 2010, e nos meses de estiagem de 2010 (02). Notar a vegetação antropizada em suas margens, volume e a velocidade do escoamento.



Fotos: Cordeiro (2010).

Embora as nascentes dos riachos formadores do rio Pirapora apresentem-se preservadas, observa-se na região de suas cabeceiras a presença de extensas áreas degradadas, cuja vegetação apresenta-se substituída por cultivos agrícolas, com destaque para a bananicultura, e por áreas antropizadas, sendo constatado em seu alto curso a presença de sítios e chácaras. Ao longo do seu traçado a mata ciliar apresenta alternância do predomínio de vegetação de porte arbóreo e arbustivo. Constata-se, no entanto, a presença de grandes manchas de áreas antropizadas próximas à confluência com o rio Gavião. A partir deste

ponto, o leito do rio Pirapora encontra-se praticamente todo assoreado em decorrência da remoção da mata ciliar, que praticamente inexistente.

As áreas antropizadas mais significativas na região da sub-bacia hidrográfica, são observadas no curso médio dos rios Gavião, Gereraú e Tangueira, ou seja, ao longo da quase totalidade da extensão dos seus talvegues (Figura 21). A partir deste ponto, a mata ciliar destes rios apresenta-se praticamente erradicada, sendo substituída por espécies frutíferas (mangueiras, bananeiras, coqueiros), além de forrageiras (capim elefante, cana-de-açúcar), e por áreas urbanizadas, podendo ser observado ao longo dos seus percursos pequenas manchas esparsas bastantes degradadas.

Figura 20- Intensa ocupação de habitações precárias, residências expostas a riscos, no âmbito da planície fluvial do rio Gavião, bairro Planalto dos Cajueiros, Maranguape-Ceará.



Fotos: Cordeiro (2010).

O rio Pirapora e seus tributários, nas proximidades das áreas urbanas, apresentam graves problemas ambientais ocasionados pela ocupação desordenada das suas margens, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e dos seres vivos que dependem deste recurso.

A sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora é fortemente influenciada pela série histórica pluviométrica da região. Sua sazonalidade torna-se evidente, em função da má distribuição das chuvas ao longo do ano, sendo necessária a presença de açudes e pequenas represas, para garantir o abastecimento da população e o desenvolvimento da agropecuária. A grande variação do escoamento fluvial e o longo período de ausência da lâmina de água durante a estiagem comprometem os recursos hídricos da área de estudo, havendo a necessidade de acumulação através destes reservatórios.

Estes reservatórios são construídos na rede de drenagem fluvial, no médio e baixo curso dos rios, e são alimentados por cursos d'água serranos com vazões apenas no período chuvoso. Somente a drenagem do flanco centro-oriental do maciço de Maranguape assume

um regime semi-perene e perene, em função de condições climáticas mais úmidas. Esta represas complementam os recursos hídricos superficiais, desempenhando importante papel no que diz respeito à segurança hídrica do município de Maranguape, tendo como principais usos a pequena irrigação de lavouras, aquicultura, dessedentação animal, pesca e lazer.

4.3 Características dos solos

Os solos são conceituados como unidades naturais que sustentam as plantas, dotados de propriedades e características singulares, cuja origem e evolução resultam, num determinado lugar, da ação conjunta do clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo. Dessa forma, segundo Pereira & Silva (2007), as interações entre esses fatores geram os processos pedogenéticos, responsáveis pela sua origem e evolução nos sistemas naturais da superfície da crosta terrestre.

O solo é a base para o entendimento da distribuição da biodiversidade, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação (PALMIERI & LARACH, 2010). Seu limite superior é a superfície terrestre e seu limite inferior aquele em que os processos pedogenéticos cessam.

A importância do solo é muito grande para o contexto ambiental, pois pode variar mesmo em pequenas distâncias, originando padrões de disponibilidade de recursos e influenciando na cobertura vegetal.

Na visão de Souza (2007), os solos têm um mosaico bastante complexo, oriundo dos mais diferenciados tipos de combinações entre os seus fatores e processos de formação (intemperismo ou meteorização das rochas). Ou seja, o solo resulta da ação integrada dos agentes intempéricos sobre os materiais pré-existentes de natureza mineral ou orgânica.

A distribuição espacial dos solos está associada a outras condições ambientais, notadamente às de natureza geológica, geomorfológica e fitoecológica. Avaliam-se as características das classes de solos em função de seu potencial de utilização e suas condições atuais de conservação (SOUZA, 2000).

Além disso, Brandão (1995) afirma que:

“O conhecimento dos solos constitui uma das principais bases nos programas de planejamento territorial. A partir desses estudos é que se torna possível a implantação de ações voltadas para projetos de aumento da produtividade agrícola, irrigação, desenvolvimento de técnicas de manejo e conservação do solo” (BRANDÃO, 1995, p.30).

No estado do Ceará, os solos apresentam-se em classes bastante diversificadas e exibindo expressiva variação espacial. De acordo com Pereira & Silva (2007) os solos cearenses embora estejam, na sua grande maioria, inseridos em domínio de clima semiárido, há também, em menores proporções, áreas sob condições climáticas úmidas e subúmidas.

Em seus estudos realizados sobre os aspectos pedológicos da serra de Baturité, Pereira, Rabelo & Silva (2011) assim discutem a diversidade de classes de solos que podem ocorrer com mudanças frequentes ao longo de curtas distâncias em diferentes segmentos da paisagem regional:

“Em meio a superfícies sertanejas aplainadas do domínio semiárido destacam-se relevos residuais que, embora em menores proporções espaciais, demonstram características de exceção por guardarem condições bioclimáticas úmidas/subúmidas e serem favorecidos por chuvas orográficas nos topos e vertentes orientais, sobretudo aqueles situados próximos ao litoral. Neles há uma tendência de ocorrer presença de solos com uma maior evolução pedogenética se comparados com os existentes nas depressões sertanejas, que se posicionam em níveis mais rebaixados e de clima semiárido” (PEREIRA, RABELO & SILVA, 2011, p. 77).

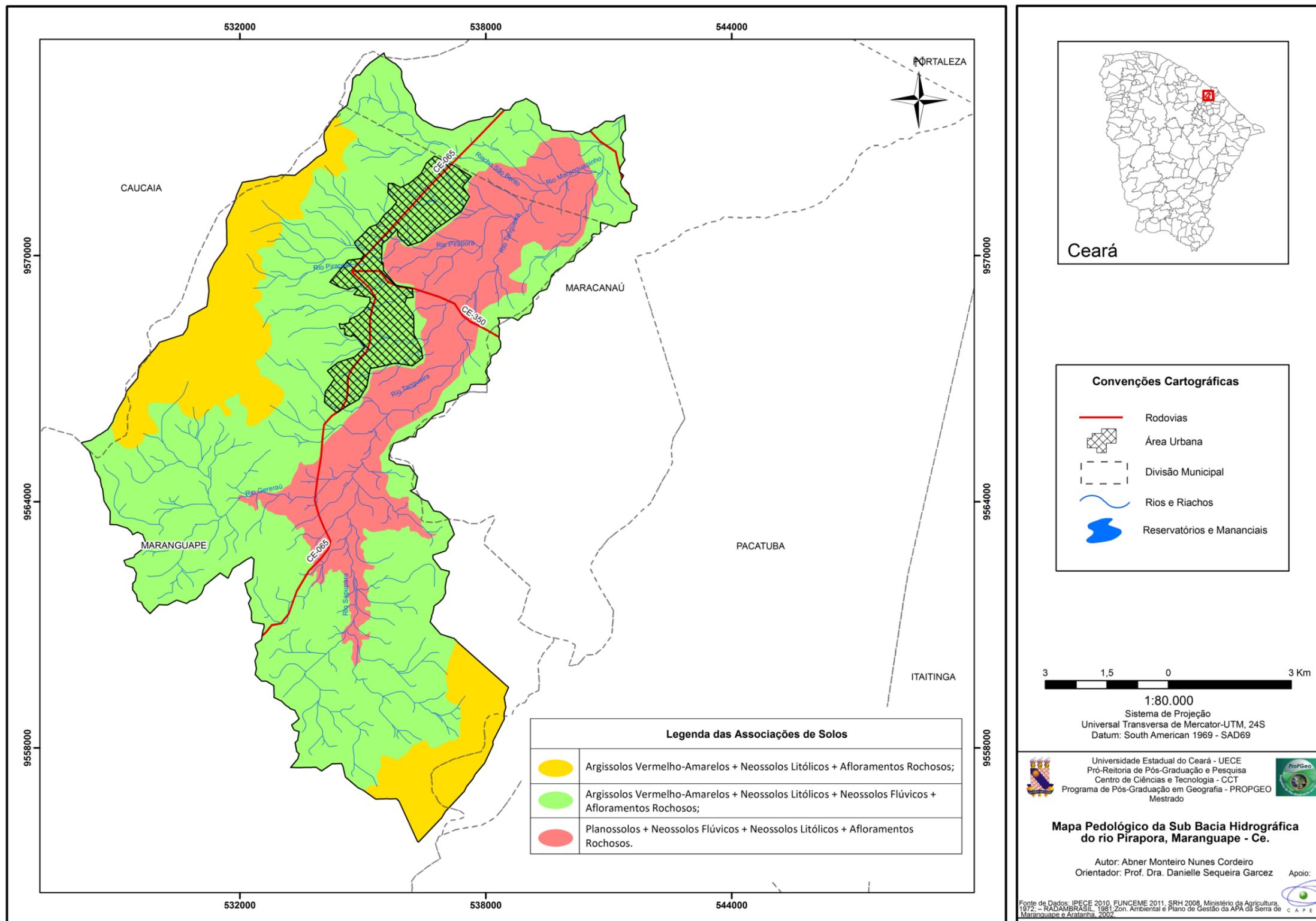
A área compreendida pela sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora destaca, no seu conjunto, diferentes posições topográficas que influenciam as características ambientais, fazendo variar o comportamento dos fatores ambientais. Destacam-se a vertente oriental do maciço de Maranguape, a porção sudoeste da vertente de sotavento subúmida e o platô úmido do enclave da Aratanha, além da área intermontana, compreendida pelas depressões sertanejas dissecadas e aplainadas e pelas planícies fluviais.

Portanto, nessa situação, alteram-se, além da topografia, as condições de clima e vegetação que condicionam a formação de certa variedade de solos, compondo basicamente três classes (BRASIL, 1972; EMBRAPA, 1999): argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos e flúvicos e planossolos.

As duas primeiras classes são amplamente predominantes, e compõem as principais associações de solos. As demais classes de solo ocorrem em proporções menores, porém, ocupando uma parcela significativa da área da sub-bacia hidrográfica, configurando as associações de solos predominantes nas depressões sertanejas. Já os afloramentos rochosos ocorrem em proporções pequenas ou como inclusões, distribuídos entre as classes de solos.

A área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora apresenta um mosaico de solos com grande variedade de associações, são elas: argissolos vermelho-amarelos + neossolos litólicos + afloramento rochosos; argissolos vermelho-amarelos + neossolos litólicos + neossolos flúvicos + afloramentos rochosos; planossolos + neossolos flúvicos + neossolos litólicos + afloramentos rochosos (Figura 22).

Figura 21 – Mapa Pedológico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Estas associações encontram-se distribuídas em concordância com a litologia e morfologia local, bem como com as diferenças altitudinais, declividade, umidade e cobertura vegetal que, aliadas principalmente à orientação dos maciços e à proximidade desta área com o litoral, vão contribuir para o desenvolvimento de processos pedogenéticos.

As associações de solos predominantes são três e estão distribuídas seguindo a compartimentação geomorfológica, configurando sua morfopedologia, pela predominância da classe dos argissolos vermelho-amarelos, seguido pelos neossolos litólicos.

A morfopedologia condiciona nas planícies fluviais e na depressão sertaneja aplainada as associações de planossolos, neossolos flúvicos e neossolos litólicos, associados a afloramentos rochosos. Nas baixas vertentes e nos níveis mais dissecados da depressão sertaneja, distribuem-se principalmente os argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos, manchas delgadas de neossolos flúvicos, com afloramentos rochosos.

Já nas partes das encostas cujos declives são mais suavizados e onde há deposição de nutrientes carregados à montante, que vão proporcionar grande quantidade de matéria orgânica no horizonte superficial, ocorrem as associações de neossolos litólicos, argissolos vermelho-amarelos e afloramentos rochosos. Trata-se das áreas mais intensamente utilizadas dos dois maciços, principalmente na vertente oriental da serra de Maranguape.

Nos níveis mais elevados, especificamente nas altas vertentes e no platô conservado do maciço da Aratanha, sobressaem as associações dos argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos e afloramentos rochosos. Os argissolos nessas posições, platôs de áreas elevadas, segundo Arruda (2001), vão evidenciar a presença de óxido de ferro hidratado como também teores mais altos da fração de argila demonstrando um maior grau de intemperização, resultando em um horizonte B com excesso de argila – Bt (textural).

Arruda (2001, p. 74) conclui afirmando que “nesses setores os argissolos indicam também a tendência ao distrofismo (baixa saturação por bases trocáveis) por causa da maior possibilidade de perdas de elementos trocáveis por drenagem e o favorecimento da acidificação”.

ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Os argissolos vermelho-amarelos constituem a classe de solo com maior representatividade espacial, ocorrem, praticamente, em toda a sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, ou seja, têm sua distribuição bastante variada, cobrindo desde relevos suavemente ondulados até montanhoso.

Nessa classe estão compreendidos solos com sequência de horizontes A, E (eluvial), B, e C, tendo como característica principal a presença de um horizonte B de acumulação de argila (B textural), podendo apresentar também camadas ou horizontes orgânicos sobre o horizonte A. Apresentam média a alta saturação por bases trocáveis, acidez moderada e de modo geral, boas condições de fertilidade natural, porém, o uso agrícola vai depender da disponibilidade hídrica e das condições de relevo.

A fertilidade natural média a alta e a profundidade, entre outras boas propriedades físicas, constituem indicadores de um bom potencial de uso do solo. E, de fato, são solos bastante utilizados mas, na maioria dos casos, de forma inadequada, com a prática de desmatamento indiscriminado e plantio em desacordo com as condições locais do relevo.

Embora constituam solos dotados de boas condições físicas, como profundidade, o relevo se afigura como fator limitante ao uso agrícola, pela forte dificuldade de mecanização e tornando elevada a suscetibilidade à erosão, requerendo nos pontos mais altos das serras a adoção de práticas conservacionistas (Figura 23). Encontram-se ao abrigo de grande variedade de formações vegetais, desde a mata úmida/subúmida e mata seca nos relevos serranos até caatinga arbustiva nas depressões sertanejas.

Figura 22 - Presença de Argissolos Vermelho-Amarelos na serra de Maranguape (Ceará), vertente centro-oriental.



Foto: Cordeiro, novembro 2011.

NEOSSOLOS LITÓLICOS

Os neossolos litólicos aparecem com maior frequência em posições de encostas com declividades muito acentuadas e desgastadas pela erosão, ocupando as vertentes dos maciços pré-litorâneos da sub-bacia do rio Pirapora, e nas depressões sertanejas circunvizinhas.

São solos de fraca evolução pedológica, apresentando perfis rasos, de textura arenosa ou média normalmente cascalhenta, com drenagem moderada à acentuada, sendo ainda frequentemente encontrados associados com afloramentos rochosos. Sendo solos pouco desenvolvidos, apresentam um horizonte A existente diretamente sobre a rocha – R, ou sobre a camada de alteração desta, horizonte C (Figura 24).

Figura 23 - Predomínio de Neossolos Litólicos nas áreas de declives mais acentuados da serra da Aratanha, Maranguape (Ceará), vertente ocidental.



Foto: Cordeiro, setembro 2011.

Estes solos apresentam boa disponibilidade de nutrientes para as plantas, entretanto, apresentam limitações muito fortes ao uso agrícola em decorrência da pouca profundidade, presença de pedregosidade e a alta suscetibilidade à erosão, principalmente nos relevos serranos devido à declividade, impedindo a mecanização, podendo juntar-se a essas limitações à deficiência de água nas épocas de estiagem. Encontram-se também recobertos

por vários tipos de formações vegetais, destacando-se a mata seca nas vertentes dos maciços residuais e a caatinga arbustiva nas depressões sertanejas.

NEOSSOLOS FLÚVICOS

Esses solos ocorrem de preferência em áreas de várzea, ocupando as partes marginais dos cursos d'água com maior fluxo hídrico, onde são formados por sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos, oriundos de deposições fluviais quaternárias. Encontram-se assim, em condições de relevo plano ou suavemente ondulado. Já nos relevos serranos da área em estudo ocorrem em pequena proporção, somente ao longo dos principais cursos d'água, quando cessam as declividades.

Trata-se de solos pouco desenvolvidos, profundos a moderadamente profundos com perfis comumente apresentando um horizonte A sobrejacente a camadas estratificadas; textura desde arenosa até argilosa, e coloração frequente bruno acinzentada escura (Figura 25). São solos de alta fertilidade natural, que por vezes sofrem inundações quando do período chuvoso, dotados de grande potencial para o uso agrícola. Neles se destacam as matas ciliares e espécies de caatinga, que vêm sendo sistematicamente substituídas por culturas de subsistência e cana-de-açúcar, além de pastagens destinadas à pecuária bovina de leite e de corte.

Figura 24 – Neossolo flúvico na planície fluvial do rio Gereraú, Maranguape-Ceará, distrito de Sapupara.



Foto: Cordeiro, novembro 2011.

PLANOSSOLOS

Os planossolos são solos típicos de relevos planos e suavemente ondulados, ocupando as partes mais baixas da depressão sertaneja aplainada, da área em questão. São derivados principalmente de materiais provenientes de alteração de rocha como gnaisses e migmatitos. São solos rasos a pouco profundos que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt plânico. Em geral são imperfeitamente drenados, de cores acinzentadas e amarelo-claro acinzentadas.

São solos que apresentam fortes limitações ao uso agrícola (pela deficiência de drenagem), sendo, contudo aproveitados para uso na pecuária extensiva (pastagem). A cobertura vegetal predominante é de caatinga arbustiva e vegetação de várzea.

AFLORAMENTOS DE ROCHAS

Constituem inclusões em meio às classes de solos dominantes, que compõem a sub-bacia do Pirapora, aparecendo de forma indiscriminada espacialmente. Os afloramentos de rochas surgem em forma de grandes blocos, matações e seixos rolados. São encontrados principalmente nas maiores declividades, ao longo das margens de segmentos dos vales em “V” existentes nas áreas serranas da sub-bacia hidrográfica e, em menor proporção, nas depressões sertanejas (Figura 26).

Figura 25 – Afloramentos rochosos, na vertente centro-oriental da serra de Maranguape - Ceará.



Foto: Cordeiro, novembro, 2011.

Em geral resultam de processos morfodinâmicos acelerados (fluxo de detritos, deslizamentos) e/ou processos antrópicos. Atualmente encontram-se em áreas expostas à agricultura de subsistência a mais tempo, como nas baixas vertentes e na superfície sertaneja dissecada e nas áreas serranas intensamente utilizadas pela monocultura da banana.

Conforme exposto, pode-se observar uma estreita relação entre as associações de solos com o contexto geomorfológico. O Quadro 1 sumariza essa relação relacionando as associações de solos às unidades geomorfológicas e às feições do modelado.

Quadro 1 – Configuração morfopedológica da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape (Ceará).

Unidades Geomorfológicas	Feições Morfológicas	Associações de Solos
Maçãos Residuais	Maçãos Residuais Dissecados	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos + Afloramentos Rochosos
Depressões Sertanejas	Depressão Sertaneja Aplainada	Planossolos + Neossolos Flúvicos + Neossolos Litólicos + Afloramentos Rochosos
	Depressão Sertaneja Dissecada	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos + Neossolos Flúvicos + Afloramentos Rochosos
Planícies Fluviais	Planícies Fluviais dos Rios Pirapora, Sapupara, Gereraú e Tangueira	Planossolos + Neossolos Flúvicos + Afloramentos Rochosos
Glacis de Deposição	Tabuleiros Pré-Litorâneos	Argissolos Vermelho-Amarelos

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

4.4 Aspectos bioecológicos

O tipo de recobrimento vegetal de qualquer local reflete profundamente o complexo jogo de inter-relações entre os demais componentes naturais. Ou seja, os aspectos fitoecológicos existentes em uma determinada área refletem as condições ambientais a qual estão condicionadas, incluindo as feições do relevo, características dos solos, particularidades climáticas, e a fauna associada.

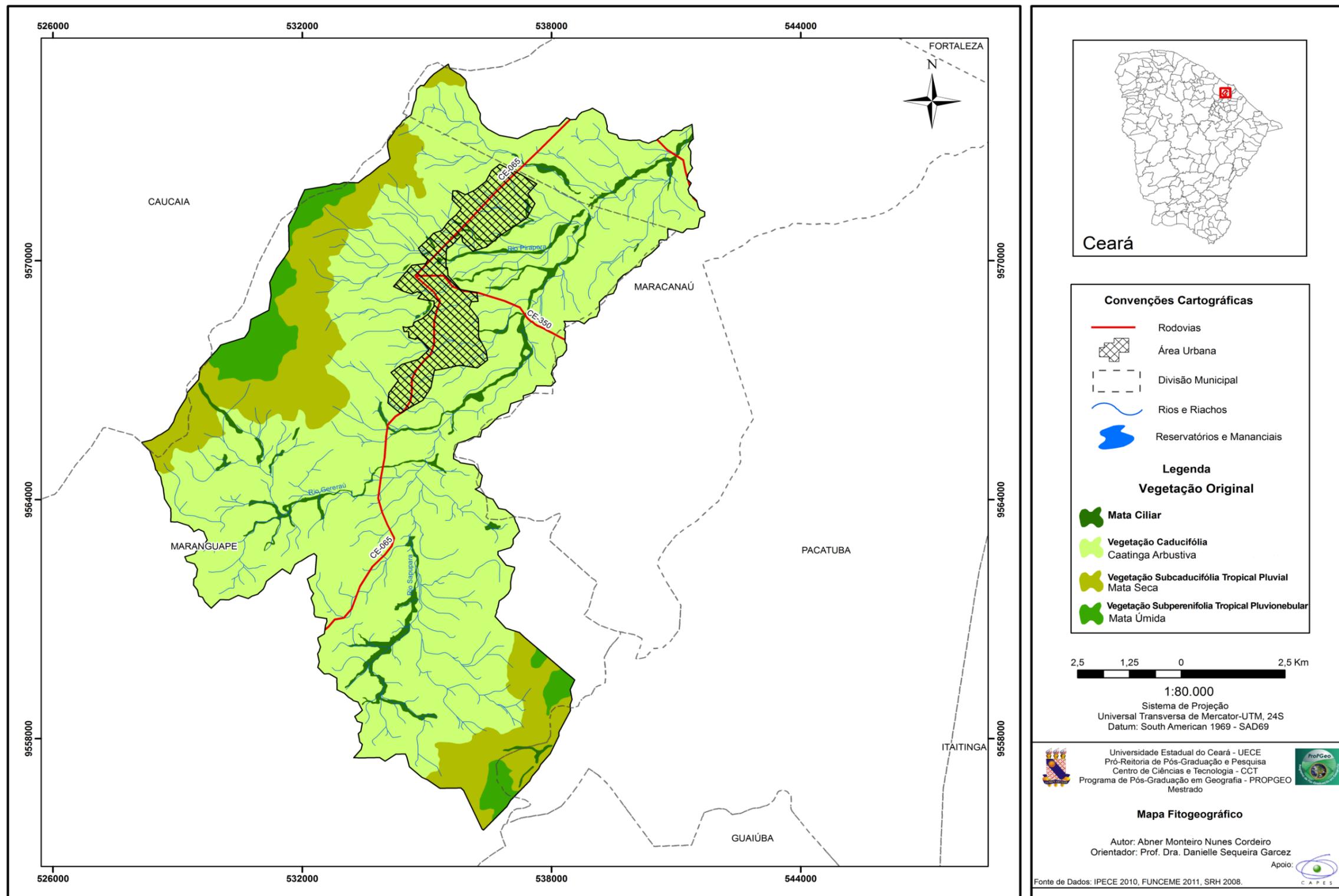
Fernandes (1998) considera que a adaptação dos seres vivos não é um fenômeno estático, tendo as plantas que sofrer adaptações a fim de que haja um equilíbrio ambiental que permita integração, ou mesmo uma acomodação tolerável que as mantenha.

No Ceará, segundo Souza (2007), há um recobrimento predominante das formações de caatingas, que ostentam variados padrões fisionômicos e florísticos. Para o autor, as áreas de exceção ficam circunscritas aos enclaves úmidos e às matas ciliares que revestem as planícies fluviais.

Nos maciços pré-litorâneos que compõem a paisagem da área objeto de estudo, a proximidade com o litoral e a disposição do relevo em relação aos deslocamentos dos ventos úmidos, assim como as variações altimétricas, interferem de forma significativa sobre as condições de clima e solos, o quê, obviamente se reflete de forma direta na fisionomia e na composição florística da vegetação, como também sobre as formas de uso e ocupação.

Portanto, a distribuição da cobertura vegetal na área da sub-bacia do rio Pirapora é influenciada pelo conjunto dos fatores naturais anteriormente referidos, tendo como principais unidades vegetacionais: mata ciliar (vegetação de várzea), vegetação caducifólia de caatinga (caatinga arbustiva), mata seca (vegetação subcaducifólia tropical pluvial) e a mata úmida (vegetação perenifólia tropical pluvionebular) (Figura 27).

Figura 26 – Mapa Fitogeográfico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



VEGETAÇÃO PERENIFÓLIA TROPICAL PLUVIONEBUGAR

De acordo com Fernandes (1998), a mata úmida corresponde à formação florestal de altitude, que apresenta semelhanças fisionômicas e florísticas com a mata atlântica. A mata úmida é classificada pelo autor como de caráter climático perenifólio por conta da sua exigência quanto à umidade, bem como pelo fato da queda de suas folhas no período seco não ultrapassar a totalidade de 10% da cobertura vegetal. Essa característica é influenciada principalmente pela capacidade da mata úmida retirar a água necessária diretamente da umidade proveniente da nebulosidade.

Para Fernandes, Pereira & Silva (2011), a mata úmida é uma formação vegetacional disjunta da Província Atlântica e típica de ambientes serranos. No estado do Ceará, segundo Campanili & Prochonow (2006), a mata atlântica ocupa uma área total de 1.873km² e está localizada de maneira dispersa.

Essa unidade vegetacional ocupa os setores de maior umidade da sub-bacia do Pirapora, ou seja, os topos das serras de Maranguape e Aratanha, ocupando uma área de 5,10km². São formações fitoecológicas de variada condição de umidade, compostas de árvores de estrato arbóreo de grande porte, encopadas e adensadas, acompanhadas de alguns arbustos e quantidade considerável de epífitas, lianas (cipós) e herbáceas de caráter umbrófilo, localizadas nos troncos e copas de árvores (Figura 28). De maneira geral essa mata possui um estrato arbóreo que chega a atingir até 20 metros.

A mata úmida é a unidade vegetacional da sub-bacia que se encontra em melhor estado de conservação (Figura 29). Vários fatores contribuem para que essa mata tenha um melhor estado de conservação que a caatinga, a mata seca e a mata ciliar, dentre eles pode-se destacar: a forte declividade, que limita a atividade agrícola; a natureza do acesso até as áreas do topo da serra; distância dos núcleos habitacionais e a presença de sítios, geralmente de proprietários residentes em Fortaleza, que induzem a um melhor estágio de conservação.

Figura 27 – Aspecto fisionômico da mata úmida da serra de Maranguape-Ceará, com suas epífitas e lianas nos troncos e copas das árvores.



Foto: Cordeiro, agosto 2011.

Pode-se afirmar que, os desmatamentos para o cultivo de bananeiras, laranjeiras e outras espécies frutíferas, como a mangueira, cajazeira e a jaqueira, tem diminuído substancialmente as áreas originais da mata úmida. Na maioria dos casos, restam apenas pequenos setores preservados com recobrimento vegetal original, representando um refúgio ecológico por excelência, e isso se deve em grande parte a acentuada declividade observada na área, sendo o relevo o grande fator limitante para a sua exploração.

Figura 28 – Paisagem no topo da serra de Maranguape-Ceará, com a presença da vegetação perenifólia pluvionebular. Ao fundo a cidade de Fortaleza.



Foto: Cordeiro, novembro 2011.

VEGETAÇÃO SUBCADUCIFÓLIA TROPICAL PLUVIAL

Fisionomicamente, segundo Fernandes, Pereira & Silva (2011), essa vegetação apresenta-se como uma mata de porte arbóreo/arbustivo, com espécies que chegam até 15 metros de altura. É uma vegetação de elevado porte, mas com copas mais ralas que se estendem ao longo das encostas, nos setores de maior declividade dos maciços, e em alguns casos nas proximidades dos cursos d'água, devido à maior umidade.

A mata seca, vegetação intermediária entre a mata úmida e as caatingas, apresenta espécies de caráter caducifólio e subcaducifólio onde as condições climáticas são mais amenas, e estrato herbáceo que se desenvolve apenas no período chuvoso. Fatores ambientais como a presença de solos rasos e férteis do tipo neossolo litólico, favorecem o desenvolvimento desse tipo vegetacional.

Essa vegetação, com predominância de espécies subcaducifólias, à medida que perdem suas folhas durante o período de estiagem, se comparada às caatingas dos sertões periféricos, ocupa uma área de 17,67km², recobrando as partes intermediárias das serras de Maranguape e Aratanha, preferencialmente as áreas altimétricas entre 200 e 400 metros, podendo eventualmente alcançar regiões de até 600 metros de altitude (Figura 30).

Figura 29 – Remanescente de caatinga arbórea subcaducifólia tropical pluvial em período seco – Serra da Aratanha, Maranguape-Ceará, vertente ocidental. Notar a abertura de clareira para o cultivo de bananeiras.



Foto: Cordeiro, novembro 2011.

As áreas ocupadas por essas matas são intensamente exploradas pelos cultivos de subsistência ou pela bananicultura, em virtude do caráter eutrófico dos solos. Os

desmatamentos acelerados, as queimadas e o posterior abandono desses terrenos proporcionam a constante substituição da mata seca por espécies arbustivas da caatinga, que não respondem pela responsabilidade ecológica desse grupo de vegetação, que é dar suporte à retenção da água bem como impedir os deslizamentos de solos, principalmente em alguns setores da vertente centro-oriental da serra de Maranguape.

VEGETAÇÃO CADUCIFÓLIA DE CAATINGA

No domínio semiárido/subúmido da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, região pediplanada, predominava a caatinga arbórea densa, com árvores altas, de até 20 metros, como a aroeira (*Astronium urundeuva*), e a caatinga arbustiva, onde o solo é mais ressequido e degradado.

Esta unidade de vegetação encontra-se bordejando os níveis mais rebaixados dos maciços que compõem a área de estudo abaixo da cota de 200 metros, dispersando-se pelos sertões do entorno, que não dispõem de disponibilidade hídrica satisfatória, onde vão se tornar, segundo Arruda (2001), bastante homogêneas. A diferença maior ocorre apenas nas áreas ribeirinhas, ocupadas pela mata ciliar. A caatinga confunde-se, na quadra chuvosa, com a mata seca, ocupando os espaços desmatados antes colonizados por esta mata.

Hoje, na área de estudo, em consequência dos desmatamentos indiscriminados associados aos cultivos de sequeiro (milho e feijão) - que têm sido desenvolvidos historicamente a partir da utilização de técnicas rudimentares e fortemente predatórias - e a pecuária extensiva, ocorre o predomínio da caatinga arbustiva, que recobre uma área de 92,77km² (Figura 31). Devido ao desmatamento desordenado, a caatinga está em processo de sucessão ecológica principalmente nos setores intermediários dos maciços pré-litorâneos, avançando sobre áreas que originalmente eram cobertas por matas secas.

Figura 30 – Remanescente de caatinga arbustiva em período seco, distrito de Sapupara, Maranguape-Ceará. Ao fundo a vertente de sotavento da serra da Aratanha.



Foto: Cordeiro, dezembro 2011.

MATA CILIAR

A mata ciliar ou de galeria (Arboreto Edáfico Fluvial) refere-se à vegetação que se desenvolve, nas planícies, ao longo do curso dos principais rios da sub-bacia hidrográfica do Pirapora, ocupando uma área de 4,13km².

As planícies fluviais apresentam melhores condições hídricas e de solos. Dessa forma, estabelece-se uma vegetação com predomínio de um estrato mais elevado que é ocupado pela carnaúba (*Copernicia prunifera*), sendo a mesma acompanhada por algumas árvores e arbustos. Suas espécies vegetais são adaptadas à inundação dos solos e aos períodos de estiagem (Figura 32).

Essa vegetação sofre constantemente com a ocupação urbana desordenada e com o uso agropecuário. A mata ciliar praticamente não existe na área da sub-bacia do rio Pirapora, com exceção de algumas áreas, fragmentos florestais, situados no alto e médio curso dos rios Gereraú e Sapupara, e no baixo curso do rio Pirapora e Tangueira.

Embora sejam protegidas por legislação federal (Código Florestal Lei nº 12.651/2012), essa vegetação vem sofrendo constantemente com as formas de uso e ocupação, pretéritas e atuais, das planícies de inundação dos rios e riachos ao longo de toda a área em apreço, implicando em perdas qualitativas e quantitativas da vegetação original. O

Quadro 2 relaciona a unidade fitoecológica às associações de solos de sua ocorrência geográfica.

Figura 31 – Mata ciliar a jusante da ponte sobre o rio Pirapora, no centro de Maranguape-Ceará. Notar a ausência da vegetação original.



Foto: Cordeiro, fevereiro, 2011.

Quadro 2 - Unidades fitogeográficas, associação de solos e unidades geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.

Unidade Fitogeográfica	Associação de Solos	Unidade Geomorfológica	Área (km ²)
Mata Úmida	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos + Afloramentos Rochosos	Maçiços Residuais Pré-Litorâneos de Maranguape e Aratanha	5,10
Mata Seca	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos + Neossolos Flúvicos + Afloramentos Rochosos	Maçiços Residuais Pré-Litorâneos de Maranguape e Aratanha	17,67
Mata de Caatinga	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos + Planossolos + Neossolos Flúvicos + Afloramentos Rochosos	Depressão Sertaneja e Tabuleiros Pré-Litorâneo	92,77
Mata Ciliar	Neossolos Flúvicos + Afloramentos Rochosos + Planossolos	Planície de Acumulação Fluvial	4,13

Fonte: Elaborado por Cordeiro, 2012.

FAUNA

Os maciços pré-litorâneos de Maranguape e Aratanha, ilhas de floresta úmida, representam um refúgio ecológico por excelência, e isso se deve, em grande parte à existência de áreas conservadas e à fiscalização efetuada pelos proprietários de sítios, que combatem a caça, sobretudo na vertente oriental da serra de Maranguape que é onde mais se pratica essa atividade.

Segundo Cavalcante, Oliveira & Sobrinho (2011), nesses distintos ambientes, “ilhas de biodiversidade”, uma rica vida animal associada prospera, estabelecida como resultado de um longo e eficiente processo seletivo imposto pela natureza. Esses enclaves paisagísticos, na visão de Borges-Nojosa & Caramaschi (2003), servem de abrigo para uma fauna relictual, remanescente, caracteristicamente umbrófila, que possui forte afinidade com a fauna típica dos grandes corpos florestados neotropicais. Os autores concluem afirmando que, eventualmente, essas “ilhas de umidade” abrigam elementos procedentes das áreas mais secas circundantes.

Para Coimbra-Filho & Câmara (*in* CEARÁ, 2002), outro fator determinante na composição faunística da região foi a continuidade florestal entre os biomas amazônico e atlântico que teria existido em passado relativamente recente. Com a regressão destas formações florestais, a mata úmida desapareceu das áreas que separaram estes biomas, permanecendo apenas naqueles locais que apresentam ambientes mais úmidos devido às condições orográficas locais.

O isolamento de “ilhas” de florestas rodeadas por áreas mais secas de caatinga, verificadas nas serras de Maranguape e Aratanha, produziu o isolamento reprodutivo de espécies dependentes de umidade e/ou sombra, possibilitando a ocorrência de processos evolutivos de diferenciação, inclusive com o surgimento de espécies endêmicas, como o escorpião *Broteochactas brejo* (LOURENÇO, 1988 *in* LIMA, 1999), uma espécie filogeneticamente relacionada a outra de ocorrência na floresta amazônica.

Outros casos de endemismo que ocorrem na serra de Maranguape é o anuro *Adelophryne maranguapensis*, anfíbio descrito por Hoogmoed, Nojosa-Borges & Cascon (1994 *in* LIMA, op.cit.). O gênero *Adelophryne* era até então conhecido apenas por espécies de distribuição amazônica, e o *Nephochaetopteryx pacatubensis*, isento descrito por Lopes (1974 *in* CEARÁ, 2002) na serra da Aratanha.

Lima (op.cit.), em levantamento da herpetofauna local, registrou somente na serra de Maranguape, cerca de 58 espécies de répteis e anfíbios. Já Prado (2004), em levantamento

preliminar da mastofauna local, registra pelo menos 31 espécies de mamíferos, distribuídas nas seguintes ordens: *Marsupialia*, *Xenarthra*, *Rodentia*, *Primates*, *Carnivora*. A avifauna também é bastante diversificada no espaço em estudo, encontrando-se espécies das ordens *Passeriformes* e *Psittaciformes* (CEARÁ, 2002).

A atual diversidade faunística nos enclaves de floresta úmida da área de estudo, no entanto, sofrem com a forte ação antrópica por meio de desmatamento e caça que contribuem para redução das populações e/ou para extinção de determinadas espécies.

As espécies animais que habitam a área da sub-bacia do rio Pirapora são dependentes, principalmente, da cobertura vegetal e da umidade local proporcionada pelos enclaves úmidos, que se encontram isoladas e vulneráveis à ação antrópica (ICMBIO, 2013), como a espécie brasileira pitu, *Macrobrachium carcinus* (Figura 33).

Figura 32 – Representante da fauna da serra de Maranguape-Ceará, *Macrobrachium carcinus* (pitu), espécie vulnerável.



Foto: Cordeiro, novembro 2011.

Portanto, pode-se concluir que a preservação da fauna, na área da sub-bacia do rio Pirapora, especificamente nos enclaves de Maranguape e Aratanha, surge como elemento de fundamental importância para a manutenção do seu patrimônio natural.

Destaca-se desta forma, que ferramentas de educação ambiental possuem uma importância fundamental nesse processo, pois auxiliariam na conscientização da população envolvida diretamente com estes ambientes, podendo-se relacionar inclusive, a manutenção da biodiversidade à ganhos em diversos serviços ambientais.

4.5 Sistemas ambientais e diagnóstico geoambiental

Os sistemas ambientais constituem unidades espaciais que são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes naturais, dimensões, características de origem e evolução, apresentando certo grau de homogeneidade fisionômica, dada pelos elementos mais visíveis na paisagem. O relevo e a vegetação são utilizados como critério de compartimentação.

Os sistemas ambientais configuram-se em arranjos espaciais que apresentam graus diferenciados de alteração e materializam-se na paisagem. Desta forma, segundo Souza *et al.* (2009) é possível identificar suas potencialidades e limitações, para melhor avaliar sua capacidade de suporte ao uso e ocupação da terra.

Conforme assinala Souza (2011):

“os aspectos geomorfológicos são utilizados como um dos principais critérios para a delimitação dos sistemas ambientais, dada as suas características de síntese dos processos ambientais. Já a cobertura vegetal reflete o complexo jogo das relações mútuas entre os demais componentes geoambientais, que ocorre ao longo do tempo e que resulta, também, na determinação de todo o quadro natural” (SOUZA, 2011, p. 24).

Portanto, para a identificação e delimitação dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, o critério utilizado foi o geomorfológico, pois se constitui como o elemento mais facilmente discernível na paisagem e, principalmente segundo Cunha (2007), por seu caráter integrador, na medida em que procura entender a evolução dos processos do modelado terrestre antes e depois da intervenção humana. Os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa (SOUZA, 2000).

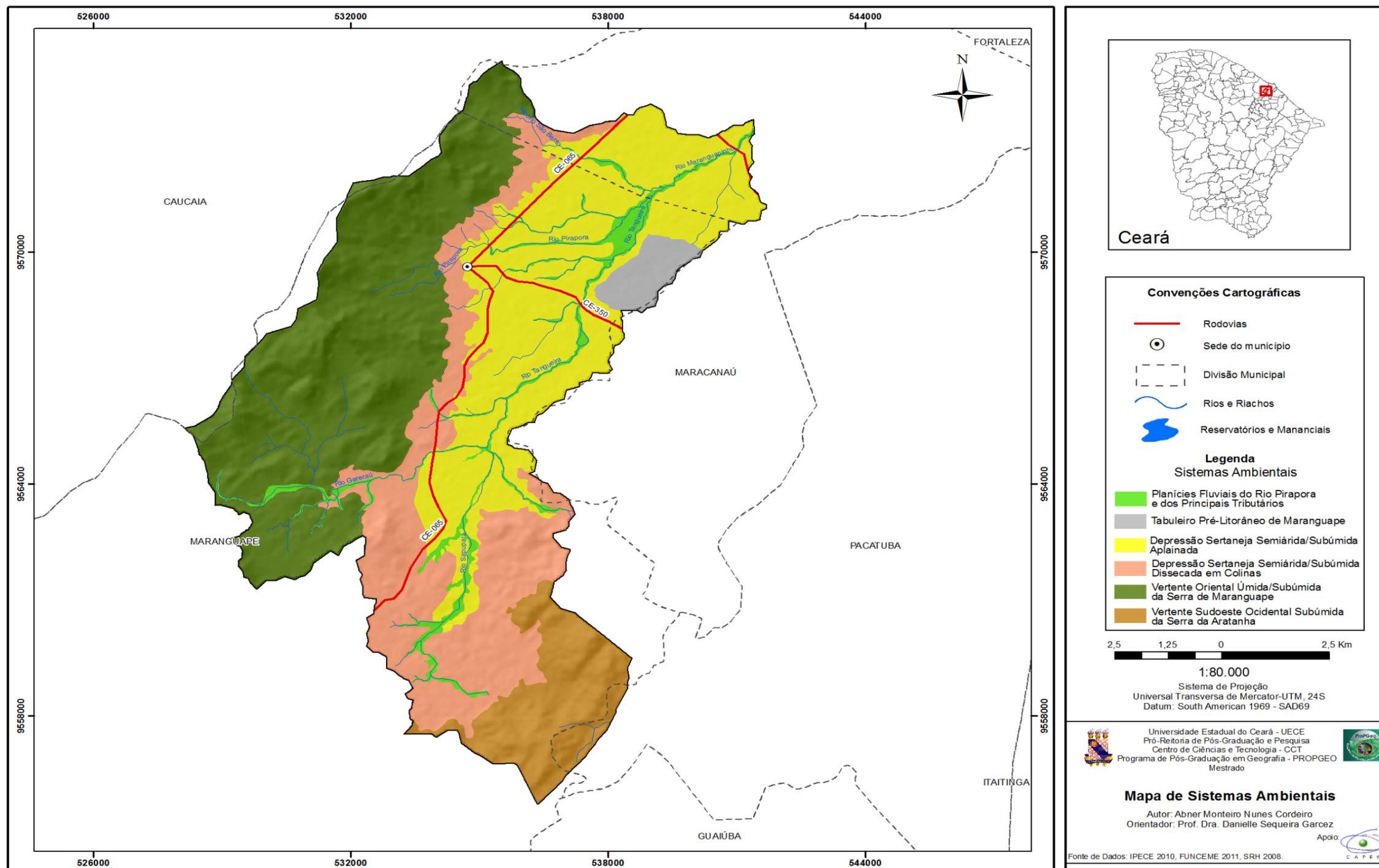
Aliado aos trabalhos de campo, o uso de produtos de sensoriamento remoto orbital e as técnicas de exploração desses dados para a geomorfologia foram imprescindíveis para a identificação e delimitação das unidades homogêneas na paisagem da sub-bacia do rio Pirapora.

Considerando a diversidade interna dos sistemas ambientais (geossistemas), foram delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações, destacando-se, dessa forma, os subsistemas ambientais (geofácies). Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para a delimitação das subunidades, em virtude da exposição de padrões uniformes ou com relativa homogeneidade (SOUZA *et al.*, 2009).

A organização das legendas parte da hierarquia espacial taxonômica contida nas unidades inferiores propostas por Bertrand (1972), priorizando-se em razão das ordens de

grandeza, os geossistemas e geofácies. Nesta perspectiva foram identificados os seguintes sistemas ambientais: planícies fluviais, tabuleiros litorâneos, maciços residuais e depressão sertaneja. E os seus respectivos subsistemas, que são dotados de maior uniformidade: planícies fluviais do rio Pirapora e dos principais tributários, tabuleiros pré-litorâneos de Maranguape, depressão sertaneja semiárida/subúmida aplainada, depressão sertaneja semiárida/subúmida dissecada em colinas, vertente oriental úmida/subúmida da serra de Maranguape e vertente sudoeste ocidental subúmida da serra da Aratanha (Figura 34).

Figura 33 – Mapa dos Sistemas Ambientais da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



A representação espacial dos referidos componentes ambientais e suas áreas, foram calculadas a partir da compartimentação, resultando em quatro sistemas ambientais e seis subsistemas (Quadro 3).

Quadro 3 – Compartimentação geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, com as respectivas áreas de abrangência.

Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)	Área (km²)
Planície Fluvial	Planícies Fluviais do rio Pirapora e dos Principais Tributários	5,06
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Tabuleiros Pré-Litorâneos de Maranguape	2,61
Depressão Sertaneja	Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Aplainada	36,93
	Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Dissecada em Colinas	25,76
Maciços Residuais	Vertente Oriental Úmida/Subúmida da Serra de Maranguape	40,47
	Vertente Sudoeste Ocidental Subúmida da Serra da Aratanha	10,93

Obs: Produtos obtidos através de interpretação da imagem do satélite LANDSAT 7 ETM.

A sinopse da compartimentação geoambiental é apresentada em quadros sinópticos (Quadros 4-9) que sintetizam as características dos sistemas ambientais (geossistemas/geofácies) da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora. Desta forma, os quadros apresentam a taxonomia das paisagens através das categorias espaciais dos ambientes, com as características naturais dominantes da paisagem, capacidade de suporte (potencialidades, limitações) e impactos ambientais configurados.

A análise das características geológicas dos subsistemas ambientais (geofácies) subsidiou diversas tipologias viáveis de uso e ocupações do espaço, permitindo levar-se em conta o balanço entre as potencialidades e limitações do ambiente em questão, sobretudo os aspectos ambientais da sub-bacia do rio Pirapora.

As potencialidades relacionam-se com as formas de uso e ocupação que as subunidades delimitadas podem suportar, sendo conseqüentemente, elencados os usos compatíveis com a capacidade de suporte dos subsistemas ambientais. Já as limitações, interligam-se com os tipos de uso e ocupação que comprometem o desenvolvimento sustentável das atividades econômicas e as características geológicas da área em estudo.

Os impactos ambientais verificados na área da sub-bacia do rio Pirapora, entre 1970 e 2010, foram desencadeados pelo crescimento demográfico, que demanda uma maior infraestrutura urbana e de serviços, associado ao crescente e desordenado processo de urbanização, e pelas formas inadequadas e rudimentares utilizadas no manejo dos recursos naturais. Essas interferências, acidentais ou planejadas, afetaram a forma como se organizam e se relacionam os componentes ambientais.

Dessa maneira, os impactos ambientais configurados em cada subsistema da sub-bacia podem ser considerados, segundo Sánchez (2008, p.32), como: “a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. Portanto, o impacto ambiental é, claramente, o resultado de uma ação humana.

Os impactos ambientais associados às condições geoambientais e formas de uso e ocupação do solo tem influências diretas na definição das vulnerabilidades ambientais a que os subsistemas da área em estudo estão susceptíveis. Portanto, mediante o levantamento dos impactos ambientais, foi possível traçar uma série de diretrizes estratégicas para o planejamento e elaboração de projetos, visando a preservação, conservação e minimização dos impactos e riscos ambientais derivados.

As fotografias apresentadas (Figura 35 a 41) ilustram os principais impactos ambientais levantados em campo nos diferentes subsistemas ambientais existentes na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

Tendo como base o balanço entre a morfogênese e a pedogênese, para cada sistema ambiental foi estabelecido também suas respectivas condições ecodinâmicas, seguindo critérios de Tricart (1977), com as necessárias adaptações às características naturais (geoecológicas) do estado do Ceará, realizadas por Souza *et al.* (2000). Desta forma, identificaram-se ambientes estáveis e de transição, com tendência a estabilidade ou a instabilidade. Simultaneamente foram identificadas também as condições de vulnerabilidade ambiental, realizada com base na capacidade de suporte geoambiental atual, que está relacionada às potencialidades e limitações dos recursos naturais que foram avaliadas em seu conjunto. Na avaliação da vulnerabilidade ambiental foram consideradas as seguintes categorias: baixa, moderada e forte.

Figura 34 – Retificação e canalização de cursos d’água nos bairros Maranguape Sul (01) e Parque São João (02), Maranguape-CE, modificando a dinâmica fluvial com o aumento na velocidade de escoamento e na capacidade de transporte de sedimentos. Notar ausência da vegetação de mata ciliar e o avanço da ocupação urbana sobre suas margens.



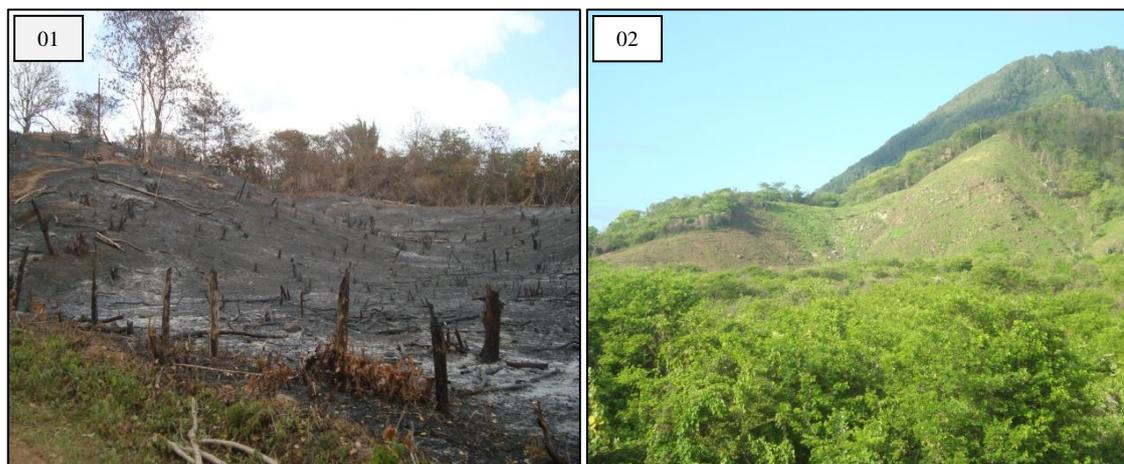
Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 35 – Corte de encosta com declive acentuado para construção de casa de veraneio (01) e residências (02), ambas com a presença de muro de arrimo, para minimizar os efeitos do escoamento pluvial, e com substrato rochoso susceptível a movimento de massa, na vertente oriental da serra de Maranguape, bairro Pirapora, Maranguape-Ceará.



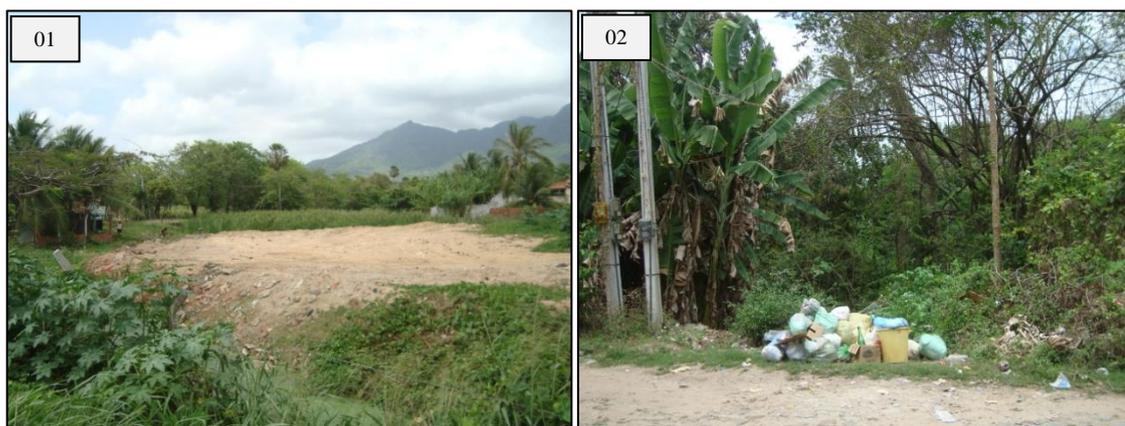
Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 36 – (01) Técnicas rudimentares utilizadas no manejo dos recursos naturais: derrubada e queimada de tipos vegetacionais para os cultivos de sequeiro, comunidade de Flexeiras - Sapupara. (02) Caatinga arbustiva degradada na serra de Maranguape, vertente oriental, para o plantio de culturas de subsistência (milho e feijão).



Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 37 – Uso de aterros para construção de moradias em áreas inundáveis, bairro Outra Banda, sede de Maranguape-Ceará (01). Disposição irregular de resíduos sólidos, na APA da Serra de Maranguape, comunidade de São Domingos (02).



Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 38 – Substituição da vegetação de mata ciliar por bananeiras (01) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*) (02), no baixo curso do rio Pirapora, bairro Centro, Maranguape-Ceará.



Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 39 – Ocupação por habitações precárias no âmbito das planícies fluviais da sub-bacia do Pirapora, sede do município de Maranguape, Ceará. Notar a falta de infraestrutura e os riscos derivados.



Fotos: Cordeiro (2010).

Figura 40 – (01) Ausência de rede de drenagem, bairro Santa Fé; os efluentes domésticos gerados têm como destino final o corpo hídrico mais próximo. (02) Precariedade de infraestrutura, como a ausência de ruas pavimentadas no bairro Novo Maranguape, Maranguape-CE.



Fotos: Cordeiro (2010).

Quadro 4 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Planícies Fluviais do Rio Pirapora e dos Principais Tributários.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Planície Fluvial	Planícies Fluviais do rio Pirapora e dos Principais Tributários	<p>Superfícies planas, com níveis altimétricos entre 62-140m, resultantes da acumulação fluvial de sedimentos quaternários inconsolidados, de constituição areno-argilosa mal selecionados, granulometria fina a grosseira, sujeitas às inundações sazonais e revestidas por matas ciliares bastante descaracterizadas. Em alguns setores dos rios que compõem a sub-bacia a planície é bastante estreita, principalmente no médio e alto curso. Regime fluvial intermitente sazonal em fluxo muito rápido; somente o escoamento do flanco centro-oriental do maciço de Maranguape assume caráter semiperene e perene em função de condições climáticas mais úmidas. As associações de solos têm predominância de solos do tipo neossolos flúvicos dotados de boa fertilidade natural.</p>	<p>Condições hidroclimáticas e morfopedológicas favoráveis;</p> <p>solos profundos e com boas condições de fertilidade natural;</p> <p>aquíferos com capacidade hidrogeológica variável, constituindo reservatórios de importância para a região, por serem de fácil e barata exploração;</p> <p>áreas planas passíveis de implantação de agricultura mecanizada e/ou irrigada;</p> <p>mineração controlada (exploração de areia e argila); atrativos turísticos e de lazer; atividades de educação ambiental.</p>	<p>Restrições legais, visando a preservação de matas ciliares (áreas protegidas por legislação ambiental);</p> <p>terrenos com declividade baixa variando de 0 a 3° (baixa drenabilidade); áreas sujeitas inundações periódicas, causadas por extravasamento dos rios, principalmente em períodos de chuvas mais intensas; mineração descontrolada (exploração de areia e argila); expansão urbana (baixo suporte das edificações); ausência de saneamento básico; maior facilidade de contaminação e poluição dos recursos hídricos.</p>	<p>Descaracterização da cobertura vegetal primária; extrativismo vegetal e mineral descontrolado; diminuição da biodiversidade; sobrepastoreio; erosão das margens, assoreamento, retificação e canalização dos rios e riachos; cultivos em áreas de preservação permanente (bananicultura no alto e médio curso dos rios e capim no baixo curso); ocupações urbanas não planejadas; impermeabilização do solo comprometendo a recarga hídrica; contaminação e poluição dos recursos hídricos: despejo de efluentes, detritos e resíduos sólidos; rebaixamento do lençol freático; aumento da velocidade e quantidade de fluxo do escoamento superficial; degradação ambiental.</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Uso controlado dos corpos d'água; preservação do patrimônio paisagístico; desestimular o plantio desordenado de bananeiras e adotar práticas conservacionistas alternativas; controle de efluentes; controle da especulação imobiliária; manutenção funcional dos ecossistemas ribeirinhos; saneamento ambiental localizado; divulgar a legislação ambiental; atividades de educação ambiental.</p>	<p>Ambiente de transição com tendência à instabilidade nas áreas mais próximas ao leito fluvial onde os processos morfogenéticos são mais intensos e onde ocorre um uso mais acentuado. Já nas áreas revestidas por mata ciliar predominam os processos pedogenéticos, conferindo a característica de um ambiente mais estável.</p> <p>Ambiente que varia entre vulnerabilidade moderada, nas áreas com tendência à estabilidade, e altamente vulnerável, nas áreas com tendência à instabilidade.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

Quadro 5 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Tabuleiros Pré-Litorâneos de Maranguape.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Tabuleiros Pré-Litorâneos de Maranguape	<p>Superfície de topografia plana, composta por material arenoso e/ou areno-argiloso não ou pouco litificados, de coloração creme ou amarelada, muitas vezes de aspecto mosqueado. Coberturas sedimentares não coesas da Formação Barreiras, de origem Pliopleistocênica. Trata-se de um ambiente de transição entre o litoral e a depressão sertaneja, que se encontra de forma concentrada.</p> <p>Apresenta uma superfície plana, com suave inclinação em direção ao litoral, que varia entre 0 e 3° de declividade, com níveis altimétricos de até 62m. Trata-se de terrenos firmes, estáveis e solos espessos, com predominância de solos do tipo argissolos vermelho-amarelos, dotados de boa fertilidade natural, revestidos por caatinga subcaducifolia arbustiva, fortemente descaracterizada pelo intenso uso. Escoamento intermitente sazonal, com fraco poder de entalhe. O escoamento pluvial ocorre de forma difusa. Boa disponibilidade e qualidade dos aquíferos.</p>	<p>Condições edafoclimáticas favoráveis ao desempenho de atividades agropastoris; pecuária melhorada; solos profundos, sendo de fácil escavabilidade até grandes profundidades; expansão urbana (residências e sítios); área com potencialidade para exploração de materiais para construção civil (exploração de areia e argila); potencial variável para captação de águas subterrâneas; baixo potencial para a ocorrência de movimentos de massa; ambiente favorável a agricultura mecanizada.</p>	<p>Deficiência hídrica durante a estiagem; onde predominam sedimentos arenosos os solos possuem baixa capacidade reter água; susceptibilidade à erosão; risco de contaminação dos aquíferos, devido à boa porosidade e permeabilidade do solo; ausência de saneamento básico.</p>	<p>Descaracterização da cobertura vegetal primária, decorrente dos desmatamentos das e queimadas; lixiviação do solo; contaminação do lençol freático (fossas sépticas e uso de inseticidas agrícolas); soerguimento do lençol freático no período chuvoso e intensificação dos processos erosivos em decorrência da exploração dos sedimentos arenosos (sobreutilização dos recursos naturais).</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Monitorar e controlar o uso e ocupação do solo; práticas conservacionistas no uso e ocupação do solo; manutenção e recuperação da funcionalidade dos geofácies/ecossistemas; proteção de mananciais; implantação de sistema de saneamento urbano; fiscalização das atividades de exploração mineral.</p>	<p>Ambiente estável a medianamente estável, com predominância de processos pedogenéticos. Contudo, devem ser respeitadas as formas adequadas de ocupação do solo. Vulnerabilidade baixa à ocupação urbana e ao desenvolvimento de atividades ligadas ao setor agropecuário.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

Quadro 6 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Aplainada.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Depressão Sertaneja	Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Aplainada	<p>Superfície aplainada a suavemente ondulada, com declividade inferior a 8°, e com níveis altimétricos médios entre 62-140m. Caimento topográfico para o litoral e fundo de vales; sertões rebaixados (pediplanos). Rampas de erosão, constituídas por rochas do embasamento cristalino desde gnaisses migmatizados até migmatitos metatexíticos e núcleos granitóides com depósitos aluviais quaternários evidenciando superfície de aplainamento. Clima subúmido a semiárido quente, com precipitações médias anuais entre 800 a 900mm. A drenagem é densa, com cursos d'água semiperenes e intermitentes sazonais de padrão subdendrítico, interrompida por barramentos à montante. Baixo potencial hidrogeológico, limitado as zonas de fraturas.</p> <p>Grande parte da unidade é constituída por planossolos, neossolos litólicos e afloramentos rochosos nas áreas erodidas, com uso limitado para atividade agrícola. Drenagem de padrão dendrítico e subdendrítico com rios de regime intermitente sazonal. Capeada em geral pela caatinga arbóreo-arbustiva degradada, intercaladas por matas ciliares nos fundos de vales.</p>	<p>Áreas destinadas a pecuária leiteira, com sistema de criação semi-extensivo, avicultura e, expansão urbana e industrial planejada do município de Maranguape; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada; instalação viária (arruamentos).</p>	<p>Potencial muito limitado de águas superficiais e subterrâneas; deficiência hídrica durante a estiagem; susceptibilidade á erosão dos solos (degradação indiscriminada da vegetação e dos solos); pequena espessura dos solos; afloramentos rochosos; irregularidade pluviométrica; encharcamentos temporários dos solos de baixada; ausência de saneamento básico.</p>	<p>Impermeabilização do solo por expansão urbana, comprometendo a recarga dos aquíferos; forte descaracterização da cobertura vegetal; sobrepastoreio; desencadeamento de processos erosivos em áreas degradadas, em função de uso de técnicas rudimentares no manejo dos recursos naturais; empobrecimento muito significativo da biodiversidade, promovendo a erosão e remoção dos solos; esgotamento dos solos; cultivos em áreas de preservação permanente; sítios urbanos sem planejamento (ocupações residenciais em áreas de risco); assoreamento, canalização e retificação dos rios e riachos; acúmulo de resíduos sólidos em local inadequado; despejo de resíduos industriais e de esgotos domésticos, nos cursos d'água.</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Recuperar os solos e a biodiversidade; reduzir a degradação das terras; incentivar e promover a educação ambiental com ênfase no gerenciamento das secas, no combate as queimadas, e a poluição dos recursos hídricos; implantar o saneamento básico; controle de efluentes; coibir a construção de moradias em áreas de risco; coletar e dispor o lixo de forma adequada.</p>	<p>Ambiente estável quando em estado de equilíbrio natural e com vulnerabilidade ambiental baixa à ocupação, desde que respeitadas as formas de uso e ocupação do solo.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

Quadro 7 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Dissecada em Colinas.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Depressão Sertaneja	Depressão Sertaneja Semiárida/Subúmida Dissecada em Colinas	<p>Superfície parcialmente dissecada em colinas rasas, sertões pés-de-serra, identificados como recuos das vertentes (pedimentos), constituída por rochas pré-cambrianas do complexo granitóide-migmatítico. Apresenta área com declividade entre 3 a 20° de declividade, bastante ondulada, com níveis altimétricos entre 140 e 240m. Relevo dissecado em colinas rasas que se alternam com vales abertos de fundos chatos, modelada por processos de morfogênese mecânica. Baixa a média pluviometria (< 900mm). Apresenta densa rede fluvial com padrões dendríticos, além da predominância de regimes fluviais intermitentes sazonais. Potencial hidrogeológico limitado às zonas de fraturas.</p> <p>Possui um mosaico de solos bastante diversificado, composto por argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos, neossolos flúvicos e afloramentos rochosos recobertos pela caatinga arbustiva e mata ciliar fortemente degradada.</p>	<p>Fertilidade natural dos solos; pecuária extensiva; extrativismo vegetal (plantas lenhosas da caatinga); agricultura de subsistência, com milho, feijão e mandioca; recuperação ambiental; silvicultura e apicultura; existência de locais favoráveis a barramentos de rios e riachos; expansão urbana planejada.</p>	<p>Ambiente muito susceptível ao desencadeamento de processos erosivos; potencial limitado de águas superficiais e subterrâneas; grande profundidade dos aquíferos; deficiência hídrica durante a estiagem; degradação indiscriminada da vegetação e dos solos (biodiversidade fortemente afetada); impedimentos à mecanização; instalação viária (arruamentos); ausência de saneamento básico.</p>	<p>Empobrecimento muito significativo da biodiversidade, promovendo a erosão e a remoção dos solos, diminuindo a regeneração natural das espécies locais; erosão acelerada em decorrência do uso de técnicas agrícolas rudimentares; desmatamentos e queimadas para implantação de culturas de subsistência e para formação de pastagem (capim); aumento do aporte de sedimentos para os rios e açudes, com a retirada da mata ciliar; expansão urbana descontrolada, sem planejamento; problemas no sistema de drenagem pluvial; deficiência em infraestrutura de saneamento básico.</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Recuperar os solos e a biodiversidade; manejo ambiental adequado (rotação de cultivos, plantio em curvas de nível); construção de açudes para melhor aproveitamento dos recursos hídricos; saneamento ambiental localizado; controle de efluentes; incentivar e promover a educação ambiental com ênfase no gerenciamento das secas, no combate as queimadas, e a poluição dos recursos hídricos.</p>	<p>Ambiente de transição com tendência à estabilidade ou a instabilidade em função do estado de conservação dos recursos naturais. Vulnerabilidade moderada a baixa, os riscos referem-se às ocupações indiscriminadas.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

Quadro 8 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Vertente Oriental Úmida/Subúmida da Serra de Maranguape.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Maciços Residuais	Vertente Oriental Úmida/Subúmida da Serra de Maranguape	<p>Superfície litologicamente constituída rochas pré-cambrianas ortoderivadas do Complexo Granítico-Migmatítico (ortognaisses graníticos, migmatitos diversos) e por depósitos detríticos cenozóicos com clásticos grosseiros, evidenciando tálus de acumulação. Área fortemente ondulada a montanhosa, com vertentes íngremes dissecadas por rios e corredeiras, originando feições aguçadas (cristas) e convexas (colinas), intercaladas por vales estreitos e profundos (em forma de V). Apresenta áreas com superfícies com declives superiores a 45° e, com níveis altimétricos entre 140-920m. A pluviometria é alta, entre 1000-1300mm. Rede fluvial densa, padrão dendrítico e escoamento perene e semiperene. Potencial hidrogeológico limitado as zonas de fratura. Os solos predominantes são os argissolos vermelho-amarelos, neossolos litólicos e os afloramentos rochosos, recobertos pela mata úmida nos setores mais elevados, pela mata seca em áreas com declive mais suave e pela caatinga arbórea e arbustiva. No piemont da encosta de barlavento está situada a sede do município de Maranguape.</p>	<p>Condições hidroclimáticas e edáficas favoráveis, potencializando áreas para uso agrícola nas encostas; revestimento vegetal com remanescentes de matas plúvio-nebulares; patrimônio paisagístico; belezas cênicas; elevada umidade; elevada biodiversidade; reflorestamento com espécies nativas; aproveitamento dos recursos hídricos de superfície através da implantação de barramentos.</p>	<p>Declividade acentuada do relevo em decorrência do elevado poder de entalhe dos rios e grande concentração de chuvas; alta susceptibilidade à erosão (movimentos de massa: quedas de bloco e deslizamentos translacionais); área protegida por legislação ambiental; impedimentos à mecanização; potencial limitado de águas subterrâneas; expansão urbano-turística (especulação imobiliária); instalação viária (arruamentos); ausência de saneamento básico; Área de Proteção Ambiental (Lei Municipal nº 1168 de 08 de julho de 1993).</p>	<p>Erosão acelerada das vertentes em razão de desmatamentos desordenados e do uso de técnicas agrícolas rudimentares; processos erosivos ativos; descaracterização da paisagem serrana; empobrecimento da biodiversidade; desmatamento e queimada da vegetação remanescente para a implantação de culturas de subsistência; degradação das nascentes fluviais; represamentos e desvios irregulares dos cursos d'água (modificando o sistema natural de drenagem); monocultura da bananicultura; expansão urbano-turística descontrolada; desconhecimento da legislação.</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Área de uso muito restrito; obediência rigorosa a Legislação ambiental; manutenção funcional dos sistemas ambientais e proteção dos mananciais; controle da degradação através da conservação dos solos e demais recursos naturais; eliminar as práticas agrícolas inadequadas; coibir os represamentos e desvios inadequados dos cursos d'água; saneamento ambiental localizado; desestimular a prática da monocultura da banana; incentivar as atividades agrícolas alternativas; coibir as queimadas, a caça predatória e o cultivo em vertentes íngremes; desencadear ações educativas associadas às atividades econômicas desenvolvidas na região.</p>	<p>Ambiente de transição tendendo à estabilidade ou instabilidade em função do estado de conservação/degradação da cobertura vegetal e dos solos. Vulnerabilidade moderada a alta à ocupação urbano-turística e a expansão agrícola.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

Quadro 9 – Sinopse da compartimentação geoambiental e ecodinâmica da paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/CE: Vertente Sudoeste Ocidental Subúmida da Serra da Aratanha.

Categorias Espaciais de Ambientes Naturais		Características Naturais Dominantes	Capacidade de Suporte		Impactos Ambientais Configurados e Diretrizes Ambientais	Ecodinâmica da Paisagem e Vulnerabilidade Ambiental
Sistema Ambiental (Geossistema)	Subsistema Ambiental (Geofácies)		Potencialidades	Limitações		
Maciços Residuais	Vertente Sudoeste Ocidental Subúmida da Serra da Aratanha	<p>Superfície composta por rochas pré-cambrianas ortoderivadas de natureza granitóide-migmatítica. Área fortemente ondulada a escarpada, com vertentes íngremes, e com declives variando entre 20 a 45°. Índices pluviométricos anual abaixo de 900mm, em nível altimétrico de 240-740m. Baixo potencial de águas subterrâneas. Vertente seca (sotavento) do maciço residual, mas com condições climáticas subúmidas devido a proximidade com o litoral. Rede fluvial fraca de padrão dendrítico/subdendrítico, com escoamento torrencial (grande capacidade energética). Os solos são compostos predominantemente por afloramentos rochosos, neossolos litólicos e em menor proporção por argissolos vermelho-amarelos, recobertos pela vegetação natural, bastante descaracterizada, com testemunhos da mata úmida, nos setores mais elevados, da mata seca subcaducifólia e da caatinga arbórea e arbustiva, nos setores mais rebaixados, onde se pratica lavouras de subsistência e intenso extrativismo vegetal. A mata úmida está bastante alterada em decorrência da fruticultura (bananicultura).</p>	<p>Melhores condições edafoclimáticas; extrativismo vegetal controlado; atividades agropastoris; belezas cênicas; clima agradável nos setores mais elevados; patrimônio paisagístico; apicultura; aproveitamento dos recursos hídricos de superfície através da implantação de barramentos.</p>	<p>Declividade acentuada das vertentes; pluviometria moderada e irregular; alta susceptibilidade à erosão dos solos; solos rasos com incidência de afloramentos rochosos e recobertos pela mata seca; impedimentos à mecanização; área protegida por legislação ambiental; afloramentos rochosos; vertentes expostas e com matacões; área susceptível a movimentos de massa (queda de blocos); ausência de saneamento básico.</p>	<p>Erosão acelerada motivada por desmatamentos indiscriminados provocando perda de solo (processos erosivos ativos); empobrecimento da biodiversidade; queimadas indiscriminadas; assoreamento dos fundos de vales e contaminação dos cursos d'água por agrotóxicos; nascentes fluviais desprotegidas; exploração agrícola em áreas incompatíveis com esse tipo de uso; desmatamento de mata remanescente; uso de agrotóxicos persistentes; monocultura da bananicultura; paisagem serrana descaracterizada.</p> <p>Diretrizes:</p> <p>Combate à degradação da terra através da conservação do solo e de atividades de reflorestamento; proteção dos mananciais; resgatar através de atividades de educação ambiental a identidade da população com o meio ambiente; divulgar a legislação ambiental; desestimular a prática da monocultura da banana.</p>	<p>Ambiente de transição com tendências à estabilidade (dinâmica progressiva), nas áreas onde a vegetação encontra-se mais preservada (setores mais elevados). Já nas áreas mais íngremes, onde ocorrem desmatamentos indiscriminados, o ambiente apresenta-se com tendência à instabilidade (dinâmica regressiva). Ambiente de vulnerabilidade moderada a alta à ocupação urbano-turística e a expansão agrícola, além do xerofismo da vegetação que não favorece a suavização dos efeitos da erosão laminar.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000, 2007, 2011).

5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIO PIRAPORA

A organização do espaço, no que tange ao uso e ocupação da terra, usualmente, produz efeitos ambientais traduzidos por problemas de degradação dos recursos naturais, sobretudo os renováveis, produzindo impactos socioambientais de origem variada. Portanto, o conhecimento do uso e ocupação do solo de uma região e sua inter-relação com o meio físico que lhe dá suporte é fundamental na análise dos processos e impactos ambientais que precisam ser compreendidos para que se possa minimizar ou equacionar os conflitos que o homem impõe ao meio em que vive.

De acordo com Santos (2006):

“as formas de uso e ocupação da terra são derivadas das atividades socioeconômicas, e, por conseguinte refletem o desenvolvimento técnico-científico e as relações estabelecidas entre sociedade e natureza, além de denunciar o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais face aos processos produtivos” (SANTOS, 2006, p.111).

O mapeamento do uso e ocupação do solo tem sido considerado por muitos autores como uma importante ferramenta para um melhor conhecimento dessas rápidas transformações da paisagem, pois permite a obtenção de informações para construção de cenários ambientais e indicadores, que servirão de subsídios práticos na avaliação da capacidade de suporte ambiental, proporcionando assim o direcionamento de práticas conservacionistas aliadas a um conjunto de diferentes estratégias de manejo a serem empregadas, com vista ao desenvolvimento sustentável da área em estudo.

O processo de ocupação da área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora vem se dando mais intensamente no decorrer das últimas quatro décadas (1970-2010) na direção norte-sul. Este direcionamento foi ocasionado pelo relevo serrano de Maranguape, que ocupa todo o setor oeste da sub-bacia e, dificulta a implantação de conjuntos habitacionais e a criação de áreas de especulação imobiliária, ou seja, a expansão urbana nesse setor está limitada pelas vertentes íngremes e de difícil acesso da serra de Maranguape (Figura 42).

Além disso, em função das exuberantes condições naturais do maciço de Maranguape, associadas à preocupação com o mau uso dos recursos naturais, fruto de uma crescente pressão exercida pela ação antrópica, o Governo Municipal de Maranguape criou uma unidade de conservação de uso sustentável conforme a Lei nº 1.168 de 08 de julho de 1993, no qual delimitou todas as áreas de cota acima de 100 metros como Área de Proteção Ambiental (APA), tendo sido o seu zoneamento ambiental e plano de manejo publicados nove

anos após a criação da unidade de conservação. A Área de Proteção Ambiental da Serra de Maranguape cobre uma área de 71 Km² e 56 km de perímetro (CORDEIRO, 2012).

Figura 41 – Vista parcial da área urbana da sede municipal de Maranguape-Ceará. Notar que a ocupação é espaçada com predominância de padrão horizontal.



Foto: Cordeiro, julho 2010.

O eixo de expansão urbana da sub-bacia é direcionado principalmente no sentido norte-sul, mas a sede municipal de Maranguape apresenta sinais de expansão para a direção leste/sudeste. O setor leste da sub-bacia ainda tem seu crescimento prejudicado devido a presença de planícies inundáveis e, também, por conta da presença de antigas fazendas, pertencentes às famílias Viana, Carneiros (Grupo Cialne), Campos Teles (Grupo Ypióca), Medeiros, Cirino Nogueira (Destilaria Dandiz), as quais tem privado a expansão urbana da sede municipal e do distrito de Sapupara, uma vez que há resistência por parte dos proprietários em lotear suas terras.

Outro fator que irá influenciar (prejudicar) a expansão para a direção leste será a barragem de contenção das cheias do rio Maranguapinho. Apesar das barreiras naturais significativas, como o maciço de Maranguape e os cursos d'água que drenam a área, o quadro natural contribuiu para a forma como se encontra hoje estruturada a área urbana da sub-bacia do rio Pirapora.

Analisando as condições de uso e ocupação da sub-bacia do rio Pirapora, constata-se uma diversidade de usos com alto grau de variação que evidencia um estágio de

degradação altamente comprometedor no ambiente da sub-bacia, que pode refletir no assoreamento dos cursos d'água; soterramento e ocupação das planícies de inundação sazonal; impermeabilização do solo, aumentando a velocidade e quantidade de fluxo do escoamento superficial; reativação e intensificação dos processos erosivos (morfodinâmicos), principalmente nas vertentes dos maciços pré-litorâneos; contaminação e poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e na provável redução da biodiversidade, em decorrência da supressão da flora (alto índice de desmatamento) e da fauna local que representa diversos ecossistemas integrados da sub-bacia em estudo.

Os mapas de uso e ocupação do solo de 1970 e 2010, da área objeto de estudo, são apresentados nas Figuras 43 e 44, respectivamente. Com base no cálculo da área total de cada uma das classes de uso das duas bases de dados foi possível quantificar as tipologias nos dois momentos.

Figura 42 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 1970 da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.

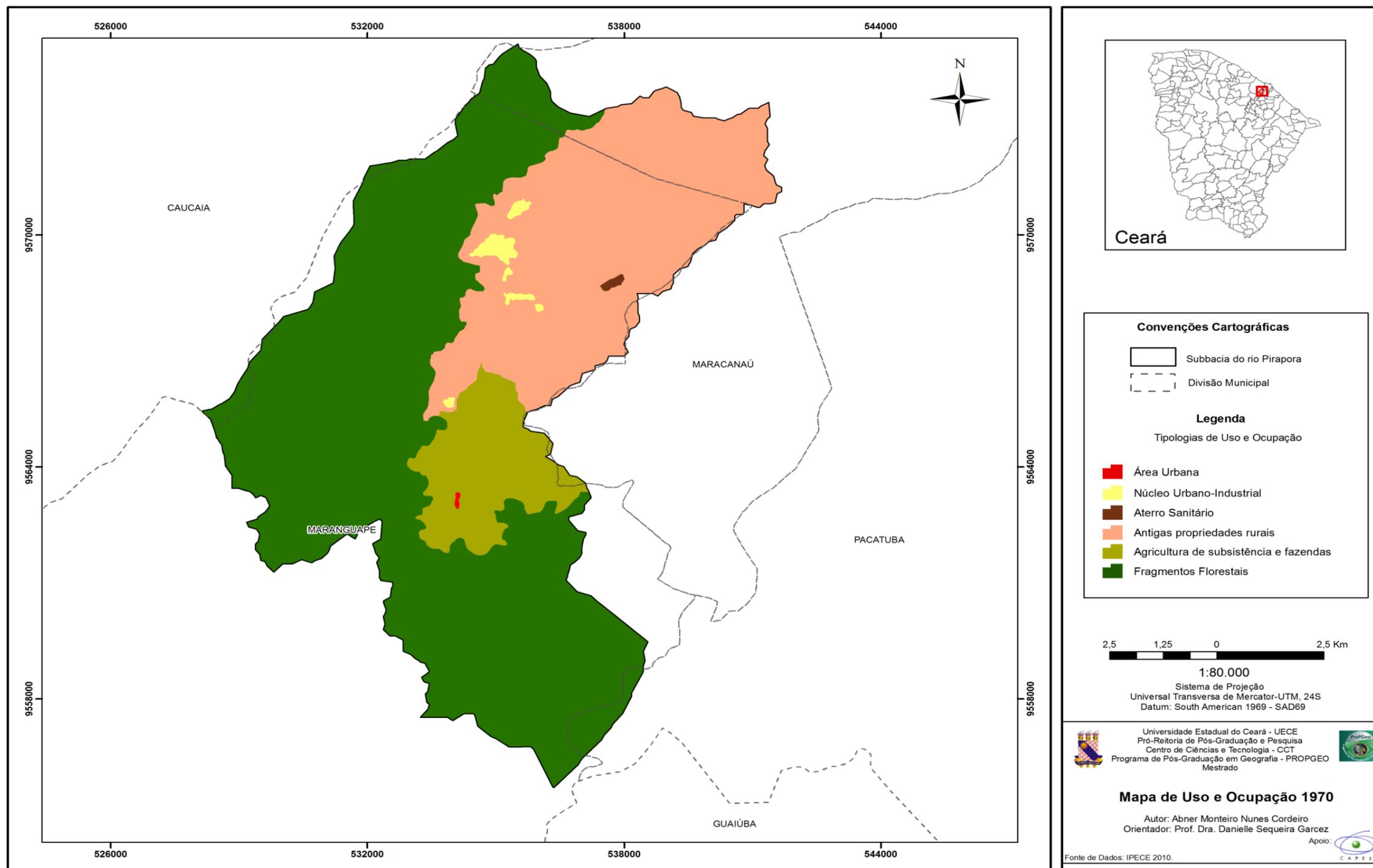
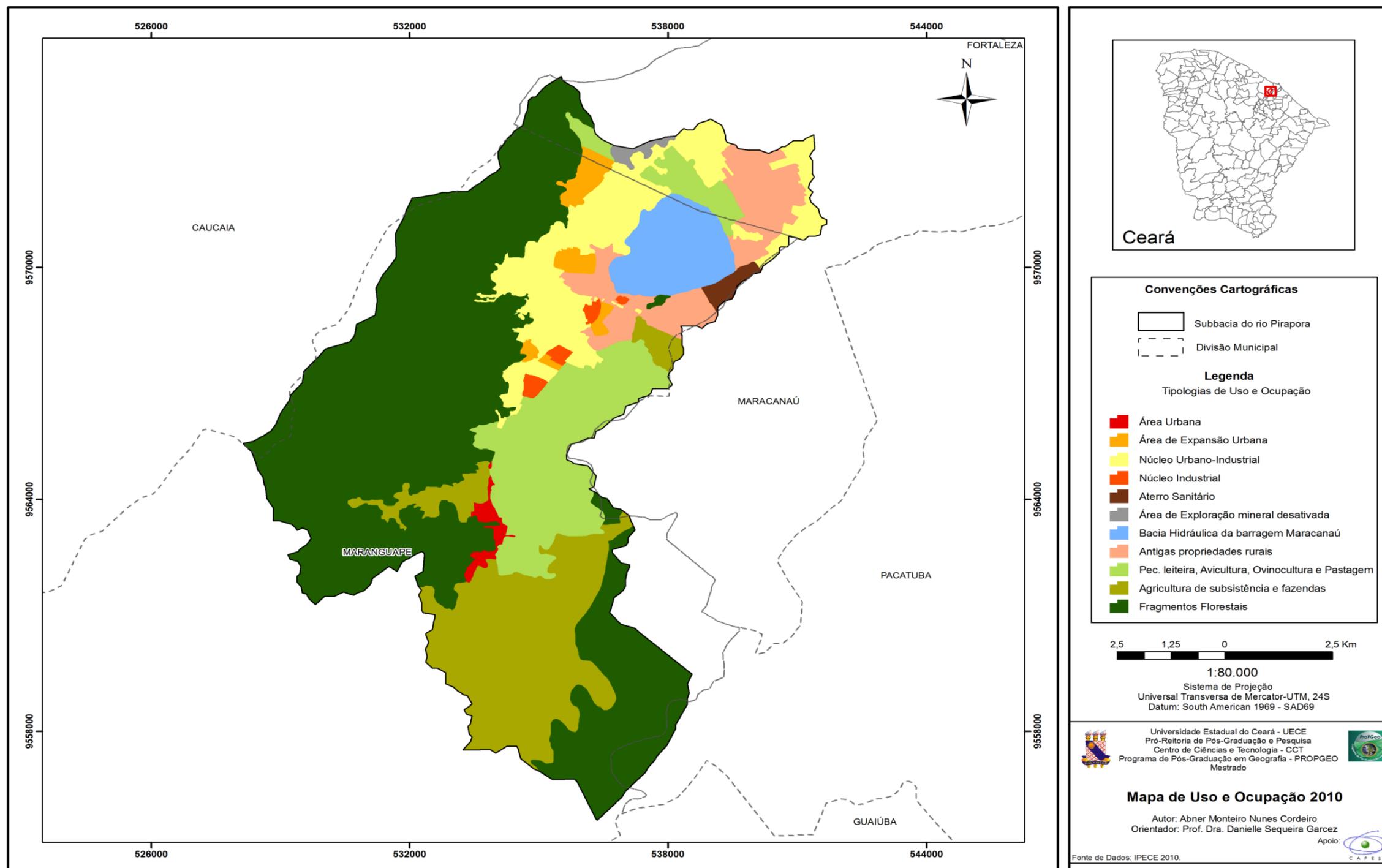
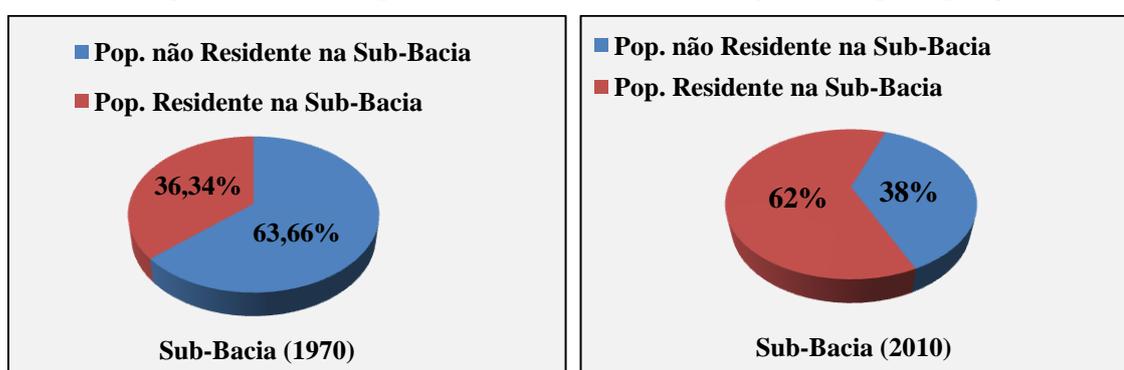


Figura 43 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2010 da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



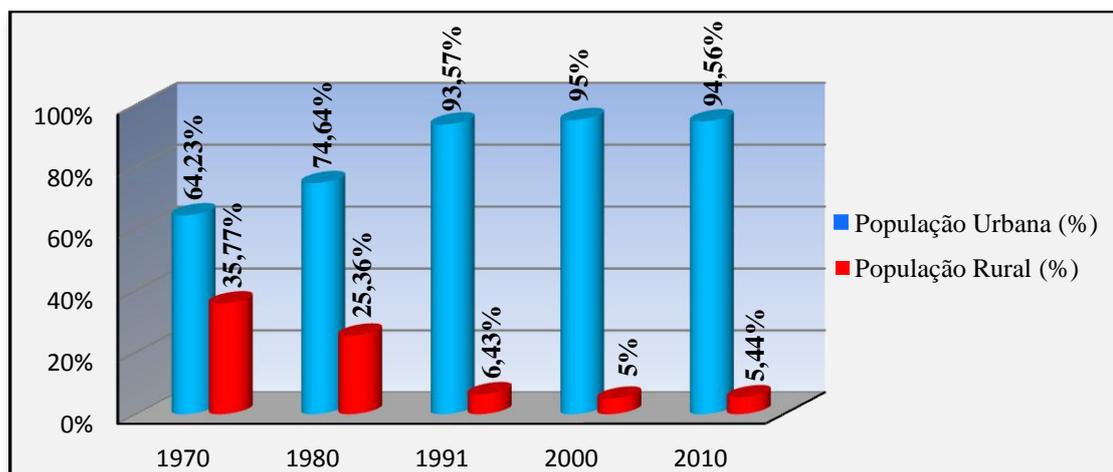
Observando os mapas é possível perceber nitidamente as mudanças ocorridas no espaço da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora. Além da expressiva redução dos fragmentos florestais (passando de 72,51 km² em 1970 para 56,50 km² em 2010 - uma redução de 16,01km²), chama a atenção a expansão do núcleo urbano-industrial, onde foi observado um aumento de 11,27 km² no período amostrado. Outro fator relevante é o intenso e rápido crescimento populacional da sub-bacia, em relação à população residente no município de Maranguape, e da população residente na zona urbana (Figuras 45 e 46).

Figura 44 – Percentual da população residente em Maranguape/CE, em relação à população da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora nos anos de 1970 e 2010. Legenda: (Pop.) População.



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado nos Censos Demográficos de 1970 a 2010 (BRASIL).

Figura 45 – Quantificação em percentual da população urbana e rural da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, no período de 1970 a 2010, Maranguape/CE.



Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado nos Censos Demográficos de 1970 a 2010 (BRASIL).

A sub-bacia em foco concentra um grande contingente demográfico com variadas formas de uso e ocupação, por diversos motivos. Entre eles: por encontrar-se totalmente inserida na RMF, que é a área mais densamente povoada do estado do Ceará com uma população de 3.615.767 habitantes (BRASIL, 2010), devido a sua proximidade com a capital Fortaleza; por apresentar melhores condições ambientais (pedológicas e hidroclimáticas) no

que diz respeito à produtividade, principalmente nos maciços úmidos pré-litorâneos de Maranguape e Aratanha, que as encontradas na semiaridez das depressões sertanejas cearenses.

Paralelamente ao impacto provocado pela proximidade com a capital cearense, a área em questão é o núcleo urbano do município de Maranguape para onde convergem as principais atividades econômicas. Ao mesmo tempo, a sede municipal, setor de maior concentração demográfica da sub-bacia com 62.600 habitantes (Brasil, 2010), composta por 19 bairros, mantém práticas espaciais calcadas na centralidade exercida pelo setor produtivo e na interdependência dos demais distritos de Maranguape. Juntas, segundo Mendes (2006), configuram-se pelos moldes das relações campo/cidade.

Essa notória centralidade urbana, exercida pela sede de Maranguape, que ultrapassa inclusive seus limites municipais, foi impulsionada também, pela inexistência de políticas agrícolas que valorizassem o trabalho do homem do campo. Na área da sub-bacia do rio Pirapora há que registrar um retrocesso da atividade agropecuária, impulsionada por políticas estaduais e principalmente municipais excludentes que, nos últimos anos do século XX e no início deste novo milênio, procuraram privilegiar somente, os grandes grupos agroindustriais e o setor industrial através da redução de direitos trabalhistas e da isenção de impostos, deixando o produtor rural à mercê da própria sorte.

Os censos demográficos de 1970 a 2010 demonstraram que a população total da sub-bacia do rio Pirapora manteve sua tendência de crescimento, saltando de 21.682 habitantes em 1970 para 70.830 habitantes no ano 2010, o que corresponde a 62,37% da população absoluta do município de Maranguape. Em complemento, a população rural manteve sua trajetória decrescente, passando de 7.755 habitantes em 1970 para 3.850 habitantes no ano 2010, representando apenas 5,44% da população total da área em estudo (Tabela 7).

Entretanto, observa-se que esse crescimento não foi acompanhado por políticas públicas (programas habitacionais), nem pelo aumento da melhoria da infraestrutura básica (sistema de esgotamento sanitário e aterro sanitário) necessária para amenizar os impactos negativos sobre os recursos naturais, com conseqüente melhoria da qualidade de vida da população (Tabela 8).

Tabela 7 – Evolução da população total, urbana e rural, residente no município de Maranguape, sede municipal, distrito de Sapupara e na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, entre 1970 e 2010.

Localidades	Situação do Domicílio	População Residente				
		Valores Absolutos				
		1970	1980	1991	2000	2010
Maranguape	Total	59.622	91.126	71.705	88.135	113.561
	Urbana	24.098	57.966	51.954	65.268	86.309
	Rural	35.524	33.160	19.751	22.867	27.252
Sede Municipal	Total	16.307	23.065	35.220	45.668	62.600
	Urbana	12.748	20.082	33.589	43.840	59.636
	Rural	3.559	2.983	1.631	1.828	2.964
Distrito de Sapupara	Total	5.375	6.017	5.204	6.241	8.230
	Urbana	1.179	1.624	4.235	5.478	7.344
	Rural	4.196	4.393	969	763	886
Sub-bacia do Pirapora	Total	21.682	29.082	40.424	51.909	70.830
	Urbana	13.927	21.706	37.824	49.318	66.980
	Rural	7.755	7.376	2.600	2.591	3.850

Fonte: BRASIL, censos demográficos de 1970 a 2010.

Tabela 8 – Domicílios particulares permanentes, segundo existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário no município de Maranguape, sede municipal e no distrito de Sapupara.

Setor	Total	Com Banheiro ou Sanitário				Sem Banheiro ou Sanitário		
		Total		Ligado à Rede Geral de Esgoto		Domicílio	%	
		Domicílio	%	Domicílio	%			
Maranguape	28.984	27.618	95,29	5.143	17,75	1.366	4,71	
Sub-Bacia	Sede Municipal	15.525	15.353	98,90	4.683	30,16	172	1,10
	Distrito de Sapupara	2.052	2.011	98,00	155	7,55	41	2,00

Fonte: Censo Demográfico (BRASIL, 2010).

Como verificado, a sub-bacia do rio Pirapora possui 17.577 domicílios particulares permanentes, sendo que desses, 17.364 (98,78%) possuem banheiro ou sanitário, porém, apenas 4.838 (27,52%) domicílios estão ligados à rede geral de esgotamento sanitário, sendo a CAGECE o órgão estadual responsável pelo sistema de esgotamento sanitário da área. Existem ainda, na área em questão, 213 (1,21%) domicílios que não possuem banheiro ou sanitário (BRASIL, 2010). A pequena parcela de usuários servidos de esgotamento sanitário na área em apreço está concentrada nos conjuntos Área Verde, Área Seca e Vilares da Serra/Proureb (Bairro Novo Maranguape I e II).

Pode-se afirmar, ainda, que o esgoto da parcela majoritária da população (12.739 domicílios) é lançado em fossas sépticas e rudimentares, contaminando o lençol d'água subterrâneo, nas ruas (valas), o que promove a proliferação de doenças de veiculação hídrica, ou diretamente nos cursos d'água da rede de drenagem da sub-bacia, poluindo-os.

Quanto aos serviços de limpeza pública na sub-bacia do rio Pirapora, apenas 3,91% domicílios particulares permanentes (688 domicílios) não têm seu lixo coletado (depositam o lixo produzido em terreno baldio/céu aberto), enquanto 96,09% dos domicílios permanentes (16.889 domicílios) têm coleta regular, ou seja, destino final para os resíduos sólidos (BRASIL, 2010). O aterro sanitário utilizado pela administração pública de Maranguape, para o destino final dos rejeitos sólidos, está localizado no município de Maracanaú-Ceará, no bairro Furna da Onça (Aterro Metropolitano Sul), ocupando uma área de 0,62km².

Mesmo havendo coleta regular de resíduos sólidos na área da sub-bacia, há problemas de acúmulo de lixo (pontos de aterros ou rampas clandestinas de lixo) nas proximidades dos bairros Tangureira e Novo Parque Iracema, gerando problemas relacionados à poluição de aquíferos e cursos d'água, proliferação de doenças e até mesmo poluição visual (Figura 47). Até o final do ano de 2010, a coleta do resíduo sólido era realizada pela própria prefeitura municipal de Maranguape.

Figura 46 – Lixo despejado a céu aberto em frente ao centro de zoonoses de Maranguape-Ceará, bairro Tangureira (01), e ao lado do residencial Colinas, bairro Novo Parque Iracema (02). Notar a presença da mata ciliar do rio Tangureira (01) e o elevado padrão arquitetônico das residências (02).



Fotos: Cordeiro, setembro 2010.

Mota (1999), em seus estudos sobre planejamento municipal, diz que a política de desenvolvimento deve ser executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade garantindo o bem estar de seus habitantes. O planejamento deve ser dinâmico e não deve se limitar à área urbana do município, mas vincular-se ao meio rural e a toda a região onde a mesma está inserida.

O uso intensivo do solo aliado à ausência de infraestrutura e de planejamento das atividades urbanas, no âmbito da sub-bacia do rio Pirapora, tem gerado disfunções espaciais e ambientais, repercutindo na qualidade de vida da população, que se dá de modo diferenciado, atingindo na maioria das vezes, de forma mais intensa, a população de baixa renda, a qual, muitas vezes sem acesso às condições adequadas de moradia, passa a ocupar áreas impróprias acometidas por instabilidades naturais, inclusive as Áreas de Preservação Permanente – (APP's).

As desigualdades sociais e a segregação socioespacial direcionam cada vez mais os excluídos do mercado formal de habitação (populações mais pobres) para a ocupação de espaços susceptíveis a riscos (ALMEIDA, 2010). Determinados setores, do alto e médio curso da rede de drenagem, concentram populações de renda elevada e o centro comercial e

industrial da sub-bacia, enquanto no baixo curso e no âmbito das planícies fluviais (margens dos cursos d'água) existem moradores de baixa renda, que convivem com piores condições de pobreza, sob precárias moradias e reduzida ou ausente infraestrutura (Figura 48).

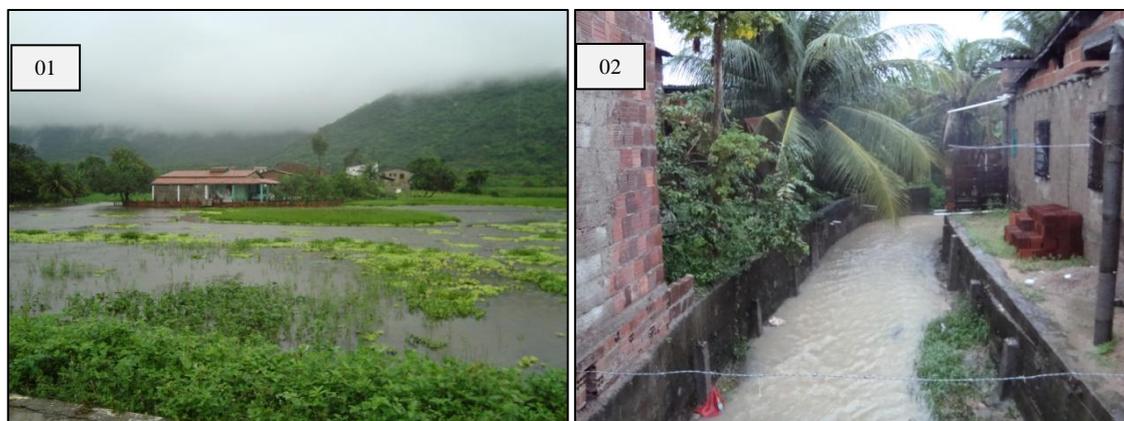
Figura 47 – A falta de infraestrutura e sistema de drenagem se apresentam entre os principais problemas do bairro Pato Selvagem, Sede Municipal, Maranguape-Ceará.



Fotos: Cordeiro, maio de 2010.

A ocupação destas áreas não ocorre apenas por invasões, mas pode estar associada à aprovação indevida de loteamento ou a ausência de controle urbano (falta de fiscalização) por parte da Prefeitura Municipal de Maranguape (PMM-CE). É notória a ausência do poder público municipal em disciplinar o uso e a ocupação das margens dos corpos d'água na área de estudo (Figura 49), principalmente, nos bairros: Coité, Gavião (Planalto dos Cajueiros), Novo Maranguape I e II, Novo Parque Iracema (Alto do João Grande), Parque Santa Fé, Pato Selvagem (Lameirão) e Pirapora.

Figura 48 – Ocupação irregular da bacia hidráulica do açude novo, no bairro Outra Banda (01), e moradias de baixo padrão arquitetônico nas margens de um afluente canalizado do rio Pirapora, no bairro Novo Maranguape II (02). A construção de moradias assim como em diversas outras áreas de risco na sede municipal de Maranguape, ocorre por mutirões realizados entre parentes e/ou amigos.



Fotos: Cordeiro, maio de 2010.

O poder público municipal de Maranguape foi omissivo em permitir a construção e permissivo quando não utilizou a força legal para retirar as ocupações que desrespeitam acintosamente a legislação ambiental vigente, que estabelece os espaços territoriais que devem ser especialmente protegidos, como as Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pelo artigo 4º do Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651/2012.

O artigo 4º da lei nº 12.651 (25/07/2012), que incide sobre toda a sub-bacia do rio Pirapora, através do inciso I é bastante claro e define as áreas de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, ao longo dos cursos d'água natural, desde a borda da calha do leito regular.

Na área objeto do estudo predominam canais fluviais (em número e extensão), com largura inferior a 10 (dez) metros. Assim, em conformidade com o art.4º, inciso I, letra “a” da lei acima citada, a faixa marginal de vegetal natural é de 30 (trinta) metros para cada margem. Também ocorrem, em proporções bem menores, em alguns trechos dos rios Pirapora, Gereraú, Sapupara e Tangureira, larguras entre 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros. Aplicando a legislação (art. 4º, inciso I, letra “b”), nesse caso, a área de preservação permanente seria de 50 (cinquenta) metros para cada margem do canal fluvial.

O processo de ocupação antrópica inadequado (expansão urbana desordenada) nessas áreas, muitas vezes legitimado e estimulado pelos gestores públicos, além de não ser acompanhado pela socialização dos serviços urbanos de infraestrutura básica, gera uma cadeia de impactos ambientais, que passa pela impermeabilização do solo, alterações na topografia, assoreamento dos cursos d'água, perda de matas ciliares, diminuição da biodiversidade, aumento do escoamento superficial, contaminação e poluição dos recursos hídricos.

Para simplificar a análise da área em estudo, em termos quantitativos, realizou-se um reagrupamento das classes de modo a homogeneizá-las e facilitar a comparação dos dados. A Tabela 9 apresenta os agrupamentos propostos, segundo o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006), que tem como paradigma “a visão do conjunto do uso da terra e revestimento do solo e a preocupação ambiental” que segundo os autores, constituem os marcos teóricos metodológicos dos estudos contemporâneos do uso da terra.

Tabela 9 – Correspondência entre classes das legendas de uso e ocupação do solo e novos agrupamentos, da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape/Ceará.

Classes	Valores Absolutos (km ²)		Agrupamentos
	1970	2010	
Área Urbana	0,04	0,74	Área Antrópica Não Agrícola
Área de Expansão Urbana	-	1,96	Área Antrópica Não Agrícola
Núcleo Urbano-Industrial	0,90	12,17	Área Antrópica Não Agrícola
Núcleo Industrial	-	0,65	Área Antrópica Não Agrícola
Aterro Sanitário	0,12	0,62	Área Antrópica Não Agrícola
Área de Exploração Mineral Desativada	-	0,41	Área Antrópica Não Agrícola
Bacia Hidráulica da Barragem Maracanaú	-	5,39	Corpo de Água Continental
Antigas Propriedades Rurais	-	6,95	Área Antrópica Agrícola
Propriedades Rurais	35,06	-	Área Antrópica Agrícola
Pecuária. Leiteira, Agricultura, Ovinocultura e Pastagem	-	14,88	Área Antrópica Agrícola
Agricultura de Subsistência e Fazendas	10,53	18,89	Área Antrópica Agrícola
Fragmentos Florestais	72,51	56,50	Área de Vegetação Natural
Total	119,16	119,16	-

Fonte: elaborado por Cordeiro, baseado no Manual Técnico de Uso da Terra, Brasil (2006).

Esta nova classificação separa, de modo genérico, as áreas abertas construídas, de uso intensivo, estruturadas por edificações que caracterizam processos de expansão urbana, complexos industriais, aterros sanitários e áreas de extração mineral, daquelas que englobam as áreas de uso para a produção alimentos (agropecuária) e outras matérias primas que podem ser empregadas na indústria. Encontram-se inseridas nesta categoria as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e a pecuária extensiva, intensiva e semi-intensiva, que pode ser subdividida em três tipos: corte, leite e mista.

Já às áreas de vegetação natural compreendem um conjunto de estrutura florestal, abrangendo desde remanescentes florestas originais e alterados até formações espontâneas secundárias, arbustivas, em diversos estágios de desenvolvimento, distribuídas por diferentes

ambientes e situações geográficas. Na categoria “corpo de água continental” incluiu-se somente a barragem do rio Maranguapinho, uma obra de interferência hídrica para controle de cheias, à jusante do barramento.

A construção da barragem está sendo executada entre os municípios de Maranguape e Maracanaú, na junção dos rios Pirapora e Tangueira no município de Maracanaú, onde passa a se chamar rio Maranguapinho, em zona de menor ocupação urbana, as obras começaram em 2009, com previsão de término para 2012. A obra ocupará 539 hectares, com capacidade de acumular um volume de 9,3 milhões de m³, que contribuirá para a redução das inundações no período chuvoso, e na melhoria da qualidade de vida da população situada à jusante do empreendimento, onde se localizam milhares de famílias que ocupam, à margem de qualquer planejamento, a planície fluvial do rio Maranguapinho.

Tomando-se os agrupamentos indicados na Tabela 9, os dados quantitativos e em percentual referentes às classes de uso do solo da sub-bacia do rio Pirapora, nos dois períodos estudados, são discriminados na Tabela 10.

Tabela 10 – Áreas abrangência absoluta (km²) e quantificação percentual (%) das classes de uso da terra da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, nos períodos de 1970 e 2010, Maranguape-Ceará.

Classes de Uso e Ocupação dos Solos	1970		2010		Diferença	
	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)
Área Antrópica Não Agrícola	1,06	0,90	16,55	13,90	15,49	+13,00
Área Antrópica Agrícola	45,59	38,25	40,72	34,17	-4,87	-4,08
Área de Vegetação Natural	72,51	60,85	56,50	47,41	-16,01	-13,44
Corpo de Água Continental	-	-	5,39	4,52	5,39	+4,52
Total	119,16	100,00	119,16	100,00	-	-

Fonte: Base de dados do autor.

Os resultados obtidos a partir do processo de análise temporal das fotografias aéreas e das imagens de satélite (Tabela 10) demonstraram que variações significativas ocorreram em todas as classes, sendo que a área coberta por vegetação natural representava 60,85% da superfície em 1970, sofrendo redução para 47,41% em 2010. Nesses 40 anos houve um decréscimo de 13,44% (16,01km²) da área de vegetação natural. Isto se deve, principalmente, à substituição dos sistemas naturais pelas áreas antropizadas, as quais passaram de 39,15% (46,65km²) em 1970 para 48,07% (57,27km²) em 2010.

Ao analisar a área antrópica não agrícola referente a sub-bacia, verificou-se um crescimento de 13% (+15,49km²) durante o período estudado, com destaque para as porções norte, leste e sul da região. Em grande parte, essa ampliação decorre da expansão horizontal da mancha urbana (urbano-industrial), parte impulsionada pelo surgimento de novos loteamentos, como também pela implantação de novos empreendimentos econômicos, tais como grandes indústrias (DAKOTA, HOPE, MALLORY, PAEMA Embalagem, LIKO Química, FEMINIZE Lingerie, JL MAUS, STEIN Indústria e Comércio do Nordeste e COMPREM Concreto Pré-Moldado) que não estão vinculadas aos arranjos produtivos locais.

No caso específico da sede municipal de Maranguape, essa ampliação tem sido motivada, em parte, pelo redesenho e duplicação da CE-065, uma vez que se observa um crescimento de sua mancha urbano-industrial em direção ao novo traçado dessa rodovia estadual, provocando a incorporação de áreas rurais ou mesmo de transição.

Esse crescimento urbano também foi evidenciado por Brasil (2010), o qual levantou que, entre 1970 e 2010, a população residente na área urbana da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora passou de 13.927 (64,23% do total do município de Maranguape) para 66.980 (94,36%) habitantes (crescimento de aproximadamente 380,94%). Isto confirma a intensa urbanização da área num espaço de tempo relativamente pequeno. Deste modo, estima-se que a sub-bacia tenha passado e, ainda passa, a receber os dejetos referentes a 12.739 domicílios particulares permanentes, uma vez que somente 27,52% dos domicílios estão ligados à rede geral de esgotamento sanitário.

Enquanto isso, a população rural teve um decréscimo de 49,64% de 1970 a 2010, passando de 7.755 em 1970 para 3.850 pessoas em 2010. Nesse período a população total da sub-bacia passa de 21.682 em 1970 para 70.830 em 2010 (BRASIL, 2010). Todos esses números não levam em conta o contingente de população flutuante que se instala na área da sub-bacia, principalmente, nos sítios e pousadas localizadas na vertente úmida da serra de Maranguape durante os finais de semanas, feriados prolongados e em épocas de temporadas (Pré-Carnaval, Carnaval, Festival Junino, Festival Nacional de Humor e 7 de Setembro).

Já a classe que se refere à área antrópica agrícola que representava 38,25% (45,59km²) da superfície da sub-bacia do rio Pirapora em 1970, sofreu uma redução de 4,08% (- 4,87km²) em 2010, indicando o avanço da urbanização sobre estas áreas e, a falta de projetos públicos de apoio à agricultura e a pecuária, de uma maneira geral.

A área antrópica agrícola é constituída, em sua maioria, por pequenas propriedades, onde é desenvolvida a agricultura de subsistência, com pouco investimento e

com um nível tecnológico rudimentar produzindo muitos e expressivos efeitos ambientais negativos perceptíveis na paisagem da área em estudo.

Nessas pequenas propriedades rurais são desenvolvidas lavouras temporárias de milho (*Zea mays*), feijão de corda (*Vigna sinensis*), batata doce (*Ipomoea batatas*), mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e arroz (*Oryza sativa*); e cultivos permanentes de coqueiro (*Cocos citrullus*), ateira (*Annoma squamosa*), mangueira (*Mangifera indica*), acerola (*Malpighia glabra*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), cajazeira (*Spondias spec*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Já, as grandes propriedades rurais são utilizadas para a criação de animais, sobretudo a criação extensiva de gado bovino e caprino, principalmente pela Companhia de Alimentos do Nordeste - CIALNE (Figura 50).

Figura 49 – Criação extensiva de gado caprino e bovino, fazenda Cialne, bairro Urucará, Maranguape-Ceará.



Foto: Cordeiro (2011).

Na classe temática que se refere aos corpos de água continental, nota-se um dos aumentos mais expressivos, pois em 1970, representava menos de 1% da superfície da sub-bacia, passando a 4,52% (5,39km²) em 2010, com a construo da Barragem Maracanaú. A barragem tem como principal objetivo atender a demanda do Plano de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Fortaleza – PSARMF, de uma obra estrutural para controle do fluxo hídrico do rio Maranguapinho (controle de cheia) voltada para a mitigao das sequelas das enchentes  jusante, em seu baixo curso, sobre as populaoes ribeirinhas.

Conforme os dados de uso e ocupao do solo, pode-se constatar que a classe “rea de vegetao natural”  predominante na sub-bacia do rio Pirapora. Isso se deve principalmente pelo fato de nessa região se encontrar duas unidades de conservao de uso sustentável (APA da Serra de Maranguape e APA da Serra da Aratanha), que tem a funo de proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais, visando a melhoria da

qualidade de vida da população local e a proteção dos ecossistemas regionais (Art. 1º da Resolução CONAMA Nº 10 de 14/12/88), e também, pela forte declividade e menor acessibilidade devido a escassez de estradas, que limita a expansão urbana e a atividade agrícola.

Estas duas unidades de conservação apresentam aspectos diferenciados quanto ao uso e ocupação do solo, como: menores índices de urbanização, baixa concentração populacional e expressiva concentração de sítios e áreas verdes. Suas características naturais somadas ao processo de ocupação diferenciada, caracterizada pela baixa densidade demográfica, conferem ao local um patrimônio ambiental (físico, biótico e cultural) de especial interesse para o município de Maranguape. Tais atributos merecem ser preservados e servir como elementos educacionais para a conservação do ambiente.

Mesmo que os processos de degradação ambiental já tenham deixado fortes marcas nas serras de Maranguape e Aratanha, especialmente em decorrência do desmatamento indiscriminado e do cultivo da bananicultura, ainda restam áreas em razoável estado de conservação, o que torna urgente implantar programas ambientais que venham a fortalecer junto aos moradores e proprietários de sítios a importância da conservação dos recursos naturais.

Vale resaltar que estes recursos naturais poderão proporcionar-lhes grandes ganhos financeiros, mas acima de tudo formas éticas de assegurar a existência e uma melhor qualidade de vida. Ou seja, é preciso que a população da sub-bacia do rio Pirapora e do município de Maranguape, como um todo, crie uma identificação, um vínculo com o seu espaço de vida, com o seu entorno, com o prazer e o respeito de ter como vizinho uma “ilha de biodiversidade”. Pois, somente assim será possível envolver a população local no processo de efetivação das APAs e desenvolver hábitos, atitudes e comportamentos compatíveis com a preservação e conservação do ambiente serrano.

6 FUNDAMENTOS PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL

6.1 Planejamento: definições e abrangência espacial

A organização do espaço sempre foi uma premissa para grupos de pessoas que se propõem a viver em estado gregário, sob objetivos e normas comuns (SANTOS, 2004). A autora observa que esta disposição vem sendo observada desde a antiguidade, quando já existiam formas de planejamento.

Para Ross (2009), o planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis.

De acordo com Souza (2002, p.46), “o planejamento é uma preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra”.

Já para Zmitrowicz (2002, p. 06), o planejamento também pode ser considerado como todo “o processo de interferir na realidade com o propósito de passar de uma situação conhecida para outra situação desejada dentro de um intervalo definido de tempo”.

Sachs (2004) afirma que:

“O planejamento moderno é essencialmente participativo e dialógico, e exige uma negociação quadripartite entre os atores envolvidos no processo de desenvolvimento, levando a arranjos contratuais entre as autoridades públicas, as empresas, as organizações de trabalhadores e a sociedade civil organizada” (SACHS, 2004, p.33).

Segundo Santos (2004):

“Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades. Um importante papel destinado ao planejamento é, ainda, o de orientar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço e tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos, induzindo a relações mais estreitas entre sociedade e autoridades locais e regionais” (SANTOS, 2004, p. 24).

É importante frisar que a ênfase do planejamento está na tomada de decisões, subsidiadas num diagnóstico que, ao menos, identifique e defina o melhor uso possível dos recursos do meio planejado (ZMITROWICZ, op.cit.).

Portanto, o planejamento, de uma maneira geral, deve ser esperado como um instrumento essencialmente democrático e participativo, capaz de provocar mudanças na sociedade e na qualidade de vida dos cidadãos. Em suma, o planejamento é uma aposta no

futuro, que não segue um modelo único e que deve se adaptar às necessidades locais e aos recursos disponíveis.

Desde as últimas décadas do século XX, o interesse pela dimensão espacial dos fenômenos socioambientais vem se fortalecendo nas ciências sociais. Este interesse reveste-se, sobretudo, segundo Schneider (2004), nas tentativas de explicar o dinamismo de algumas regiões e o declínio de outras com base em suas configurações espaciais e nas ações empreendidas pelos seus atores e instituições.

Santos (2004, p. 25) salienta que “os elaboradores de planejamento, de forma geral, procuram entender o espaço em todo seu contexto, não centrados em apenas um tema, mas procurando trabalhar com e entre os diversos estratos que compõem o meio”.

No entanto, os planejamentos estão sempre adjetivados com palavras que definem ou caracterizam seu principal rumo de ação e sua abrangência espacial. Em seus estudos, a autora ainda afirma que diferentes escalas de trabalho são utilizadas para tratar diferentes níveis de abrangência territorial.

Até meados da década de 1970, o conceito de território confundia-se com a noção de Estado-Nação. Nesta perspectiva, os territórios eram inflexíveis, limitados apenas pelas fronteiras físicas com outros países e geridos por um poder político estatal, que promovia as políticas de bem estar e segurança nacional. Porém, segundo Valverde (2004), nas últimas décadas do século passado, o território ganhou um sentido diferente, mais amplo, para abordar uma infinidade de questões pertinentes ao controle físico ou simbólico de uma determinada área.

Souza (2001) salienta que o território é um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder, e que o poder não se restringe ao Estado e não se confunde com violência e dominação. Assim, o conceito de território deve abarcar mais que o território do Estado-Nação. Nas palavras do autor, “todo espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder é um território, do quarteirão aterrorizado por uma gangue de jovens até o bloco constituído pelos países membros da OTAN” (SOUZA, 2001, p. 79).

Para Saquet (2003):

“O território é produzido espaço-temporalmente pelas relações de poder engendradas por um determinado grupo social. Dessa forma, pode ser temporário ou permanente e se efetiva em diferentes escalas, portanto, não apenas naquela convencionalmente conhecida como o ‘território nacional’ sob gestão do Estado-Nação” (SAQUET, 2003, p. 28).

Recentemente, nota-se que as políticas de Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) e o próprio Plano Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT) são propostas que

visam fragmentar o território nacional com base nos seus recursos disponíveis, nas forças neles atuantes e no entendimento entre seus atores, de modo a direcionar mais incisivamente e eficazmente as iniciativas de desenvolvimento. Ou seja, são políticas que visam promover o desenvolvimento local tomando como critério organizativo o território e suas territorialidades.

Santos (2006) compreende o território como uma configuração territorial definida historicamente, área/pedaco do espaço, Estado-Nação e conjunto de lugares com uma constituição material. O autor afirma que:

“A configuração territorial é dada pelo conjunto formado pelos sistemas naturais existentes em um dado país ou numa dada área e pelos acréscimos que os homens superimpuseram a esses sistemas naturais. A configuração territorial, ou configuração geográfica, tem, pois, uma existência material própria, mas sua existência social, isto é, sua existência real, somente lhe é dada pelo fato das relações sociais” (SANTOS, 2006, p. 38-39).

O território, segundo Ross (2009) é a interpretação socioeconômica do geossistema. Portanto, o território compreende um espaço de ação que é considerado, cada vez mais, fundamental em processos de desenvolvimento.

6.2 Planejamento territorial

A preocupação com os “sobrenomes” (adjetivos) dos planejamentos, seja no Brasil ou fora dele, é importante na medida em que eles não só definem ou caracterizam seu principal rumo de ação como também podem influenciar a seleção, a importância e o papel dos executores do planejamento e tomadores de decisão (SANTOS, 2004).

As atividades humanas, sociais e econômicas se realizam sobre um espaço geográfico determinado. De acordo com Brasil (2007), o planejamento territorial tem como objetivo primordial a ordenação do território afetado por tais atividades, buscando que o crescimento e o desenvolvimento sejam sustentáveis.

Segundo Leal, Rodríguez & Silva (2011, p.34), aceita-se hoje, a existência de, no mínimo três categorias de planejamento:

- o setorial, que inclui os processos de planejamento econômico e social. Nesses casos, pretende-se planejar a organização funcional e espacial das diferentes atividades humanas;
- o ambiental, encaminhado a estabelecer a organização funcional e espacial de determinadas áreas, em dependências das características dos sistemas naturais; e
- o territorial, direcionado a programar a articulação entre as diferentes formas de planejamento (setorial e ambiental), em determinados territórios, considerados como espaço de poder e de identidade cultural própria.

A esse respeito, Santos (2004, p. 27) diz que o planejamento ambiental “ora se confunde com o próprio planejamento territorial, ora é uma extensão de outros planejamentos setoriais mais conhecidos (urbanos, institucionais e administrativos) que foram acrescidos da consideração ambiental”.

De acordo com Pires Neto (1994):

“O planejamento territorial avalia e orienta todos os tipos de intervenções no meio físico, estejam elas ligadas à urbanização, à agropecuária, ao extrativismo, à exploração mineral e de águas superficiais e subterrâneas, ou ligadas às atividades naturais de conservação da estrutura biofísica e de áreas de processos naturais importantes para a manutenção da existência do homem. Portanto, a abordagem para os estudos voltados para o planejamento territorial deve considerar não só o meio físico, mas o ambiente como um todo integrado e que permita avaliá-lo perante aos diferentes usos e propósitos, avaliando as potencialidades, restrições e impactos associados aos diversos usos” (PIRES NETO, 1994, p. 52).

Segundo Allebrandt *et al.* (2009), o planejamento territorial não trata apenas de questões físico-naturais, mas também de questões econômicas, sociais, políticas e legais, o mesmo configura-se como um instrumento capaz de provocar mudanças que envolvem inúmeros aspectos e entraves.

Para Carvalho (2009), a análise e incorporação de questões envolvendo os recursos naturais, bem como as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais e sociais são fatores essenciais que todos os planos, projetos e tipos de manejo de bacias hidrográficas devem abordar.

Conforme já reconhecido por muitos autores, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal. O artigo 1º da Lei nº 9.433 (08/01/1997), através do inciso V, afirma que a bacia hidrográfica é uma unidade territorial e, que deve ser usada para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual prevê, entre outros, a criação de comitês com a participação de todos os setores da sociedade.

Para Ross (2009), no planejamento territorial de uma bacia hidrográfica, sob uma perspectiva socioeconômica e ambiental, é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes naturais.

Ross (op.cit.) assinala que:

“Em função de todos os problemas ambientais, decorrentes das práticas econômicas predatórias, que têm marcado a história deste país e que, obviamente, têm implicações para a sociedade a médio e longo prazos, diante do desperdício dos recursos naturais e da degradação generalizada, com perda da qualidade de vida, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico-territorial não só com perspectiva socioeconômica, mas também ambiental” (ROSS, 2009, p.52).

Nesse sentido, a abordagem territorial, no planejamento da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, oferece o suporte analítico necessário para explicar as dinâmicas de desenvolvimento, tendo como pressuposto os recursos naturais, o espaço social e as relações de poder nele operantes. Assim, o território é o ponto focal do desenvolvimento, ganhando função normativa, isto é: representa o elemento organizativo das propostas de desenvolvimento, ou seja, o local onde se desenrolarão as políticas de desenvolvimento.

6.3 Proposta de zoneamento ambiental

De acordo com o artigo 9º, inciso II da Lei nº 6.938/1981, o zoneamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente do Brasil. Segundo a Lei nº 6.938/1981, o zoneamento é um princípio, uma norma e uma regra para políticas públicas de qualquer região, voltadas para a promoção do uso sustentável dos recursos naturais e para a conservação, proteção e o fomento das condições ambientais e sociais da população. Sua regulamentação ocorreu a partir da publicação do Decreto nº 4.297, de julho de 2002, que estabelece os critérios para o Zoneamento Ecológico Econômico-ZEE.

O zoneamento ambiental segue os princípios norteadores do Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil-PZEE (MMA, 2001). Segundo as diretrizes metodológicas apontadas por esse programa, o zoneamento é um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas.

Para Santos (2004, p. 133) o “zoneamento é uma estratégia metodológica que representa uma etapa de planejamento”. Ou seja, o zoneamento objetiva definir espaços segundo critérios pré-estabelecidos, enquanto o planejamento define diretrizes e metas a serem alcançadas dentro de certo tempo para os espaços delimitados.

Outra contribuição diz que zoneamento ambiental é a expressão cartográfica de um padrão territorial, com peculiaridades de natureza biótica e abiótica, paisagística, cultural e com características decorrentes dos processos de uso e ocupação (CPRM, 1997). Constitui assim uma unidade ambiental onde a homogeneidade e heterogeneidade são indissociáveis.

Portanto, pode-se definir zoneamento ambiental, como sendo a compartimentação de uma região ou porções territoriais obtidas através da avaliação de atributos mais significativos e de suas dinâmicas, ou seja, uma zona ambiental delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme, e com objetivos de prevenir, controlar e monitorar os impactos ambientais e as repercussões na sociedade.

As zonas ambientais costumam expressar as potencialidades, vulnerabilidades, acertos e conflitos de um território. Cada unidade definida no zoneamento possui normas específicas, visando o desenvolvimento de atividades e de conservação do meio físico. A delimitação dessas unidades tem por finalidade a atribuição de controles administrativos sobre sua ocupação, normas de uso do solo e manejo de recursos naturais, que devem refletir exigências intrínsecas à conservação desses recursos (CPRM, 1997).

Conforme as indagações anteriores, pode-se concluir que o zoneamento funciona, em especial, como instrumento de planejamento territorial ou ambiental visando o uso adequado do território.

A divisão de um determinado território em zonas, com diferentes usos, contribuirá nos estudos socioambientais e nas negociações entre órgãos públicos, setores privados e sociedade civil sobre estratégias e alternativas que serão adotadas para que se alcance o objetivo maior desse instrumento: a promoção do desenvolvimento sustentável.

Os problemas socioambientais verificados na sub-bacia do rio Pirapora não estão exclusivamente relacionados às condições de vulnerabilidade ambiental presente em cada sistema ambiental, mas também ao uso irracional da terra, à estrutura econômica e às condições sociais vigentes nas últimas quatro décadas.

A proposta de zoneamento ambiental da área em questão aqui apresentada, tem a finalidade principal de servir como instrumento técnico de gestão, visando compatibilizar o processo de expansão urbana à proteção e à conservação dos sistemas ambientais.

A definição das zonas aqui esboçadas considera todas as fases procedidas anteriormente neste trabalho. Portanto, foram consideradas as características naturais dominantes, a capacidade de suporte, os impactos ambientais configurados, a ecodinâmica da paisagem e a vulnerabilidade ambiental de cada sistema ambiental em face dos processos históricos e atuais de uso e ocupação do solo nos sistemas ambientais existentes, além dos critérios como altimetria, declividade (Figura 51) e a legislação ambiental aplicável.

Nessa perspectiva, foram consideradas zonas que melhor retratam a realidade socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, além de nortear a tomada de decisão para a efetiva gestão ambiental da área em questão. Portanto, no zoneamento ambiental proposto (Figura 52), a área da sub-bacia do rio Pirapora foi subdividida em três zonas, a saber: Zona de Preservação Ambiental (ZPA), Zona de Uso Sustentável (ZUS) e Zona de Usos Múltiplos (ZUM).

Figura 50 – Mapa de Declividade da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.

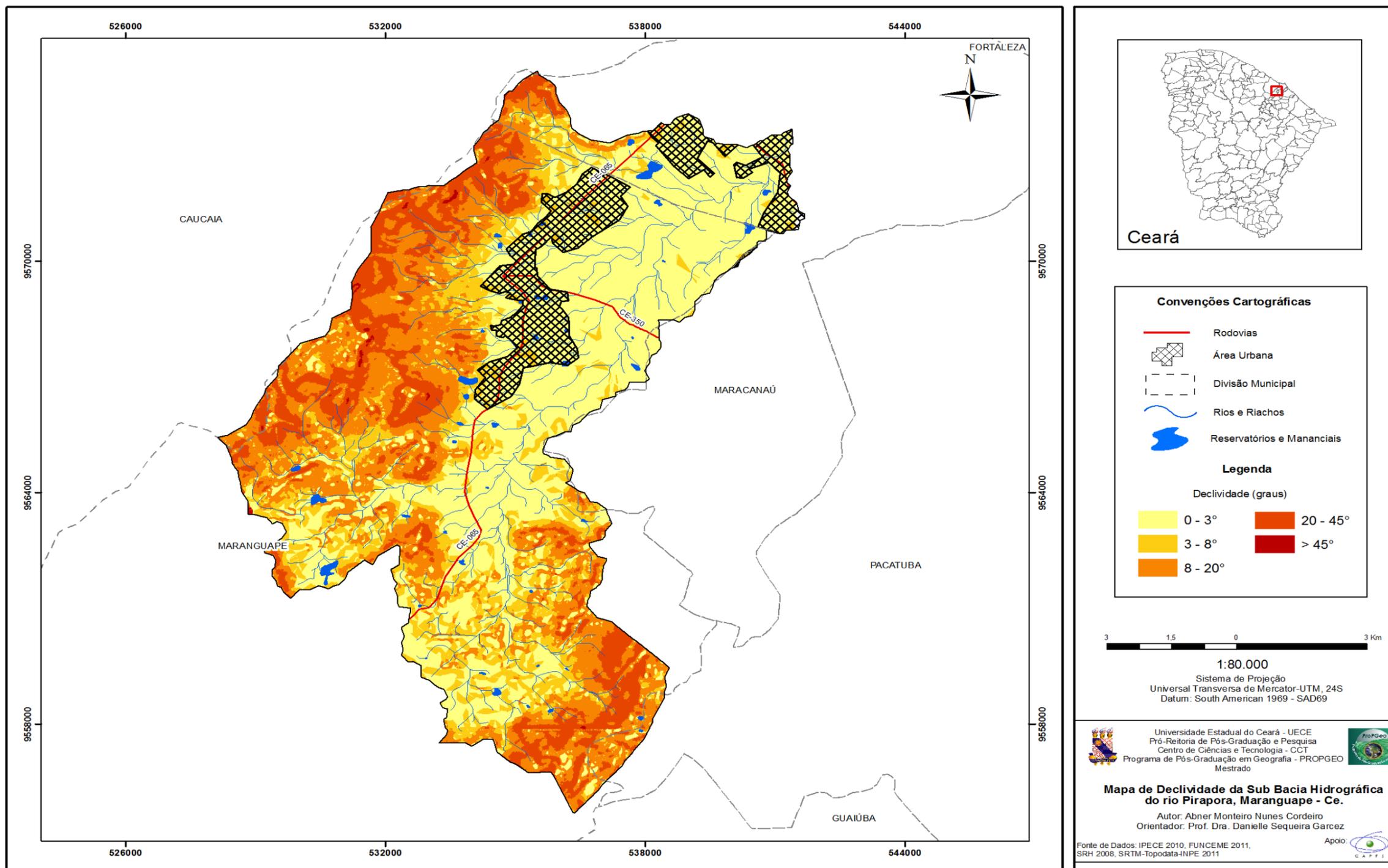
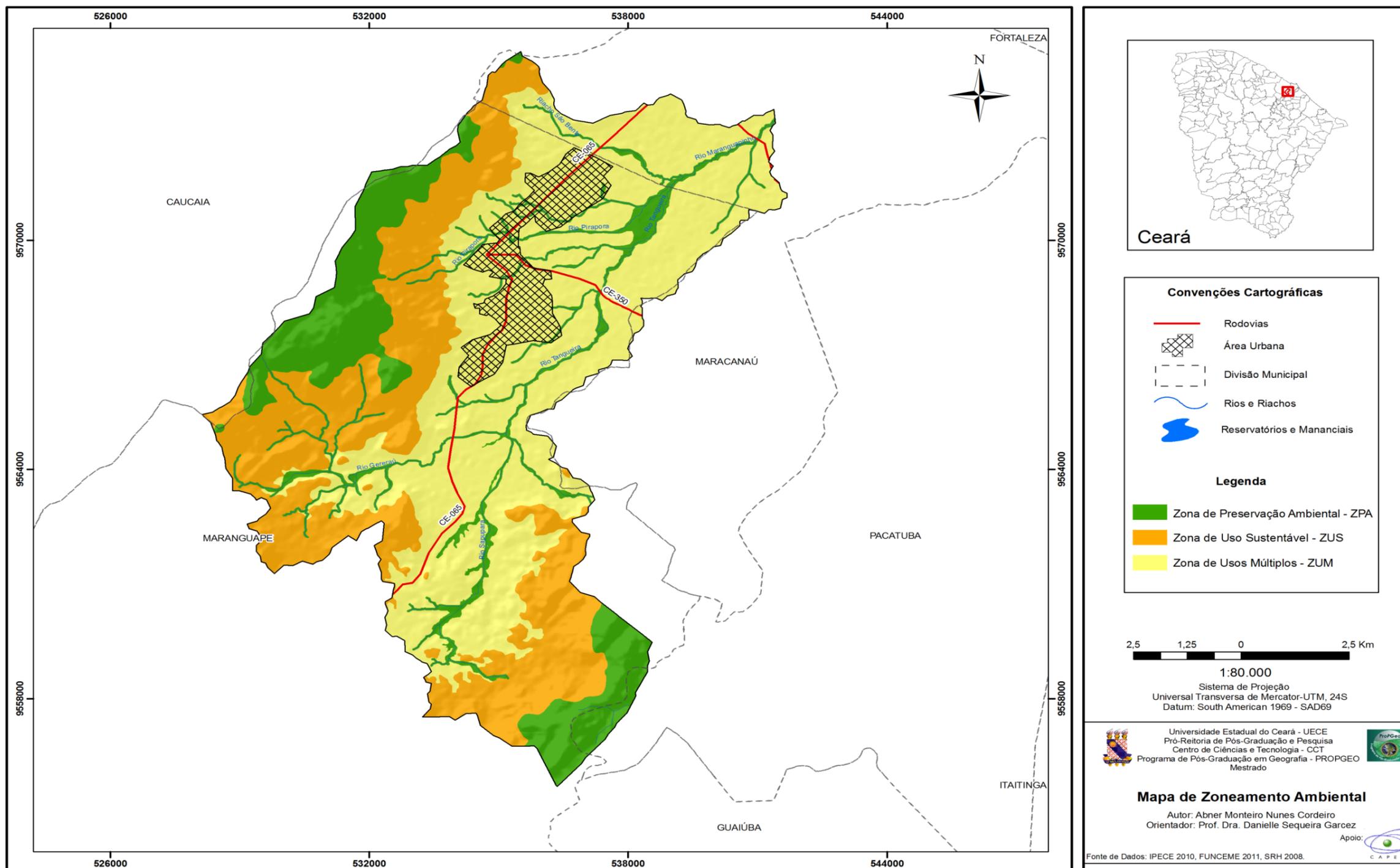


Figura 51 – Mapa de Zoneamento Ambiental da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



6.3.1 Zona de preservação ambiental

A Zona de Preservação Ambiental, com 19,89% (23,7km²) da sub-bacia do rio Pirapora, é composta principalmente por áreas na qual é proibida a remoção da vegetação e cuja utilização dependerá de normas rigorosas. Sua delimitação se deu baseada no artigo 4º do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que considera como Áreas de Preservação Permanente (APP's) em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, as encostas ou parte destas com declividade superior a 45° e os topos de morros, montes, montanhas e serras.

Esta zona visa a preservação ou reconstituição dos sistemas ambientais, em especial dos ambientes naturais necessários à existência ou reprodução da flora e da fauna residente ou migratória. É constituída por áreas onde há um frágil equilíbrio nas condições ambientais, com ecodinâmica tendendo à estabilidade ou instabilidade em função do estado de conservação/degradação da cobertura vegetal e dos solos e com vulnerabilidade ambiental moderada a alta à ocupação urbano-turística e a expansão agrícola.

Essa zona engloba as porções mais íngremes dos maciços pré-litorâneos da sub-bacia do rio Pirapora e a totalidade das planícies fluviais dos rios que compõem a sua rede de drenagem, além das outras áreas legalmente protegidas, como o entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes.

Nessas zonas, assim definidos os efeitos das atividades socioeconômicas, principalmente os da urbanização desordenada e da monocultura da banana nos maciços, e da cana-de-açúcar nas planícies ribeirinhas entre as serras da Aratanha e Maranguape, provocaram a contaminação e poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A derrubada da cobertura vegetal nativa causou quebra do equilíbrio natural, constituindo todo o conjunto, fatores decisivos para desencadear os processos erosivos que se intensificaram nas últimas décadas e para a redução da biodiversidade.

A criação da zona de preservação ambiental da sub-bacia do rio Pirapora possui uma importância fundamental para o município de Maranguape. Na vertente oriental da serra de Maranguape e na vertente ocidental da serra da Aratanha, encontram-se as melhores condições ambientais e de recursos naturais nos planos climático, pedológico e hidrológico, da área em estudo. A maior disponibilidade hídrica e o clima ameno tem incentivado a monocultura da banana, a floricultura e a instalação de balneários e casas de veraneio. Além disso, os principais rios e riachos alimentam os reservatórios (açudes) dispersos nos maciços e nas depressões sertanejas, que funcionam como coletores de água, destinada ao uso

agropecuário e abastecimento em geral para a população. As comunidades serranas também utilizam a água das nascentes.

Em função da acentuada declividade observada nessa zona, o relevo fortemente acidentado constitui o principal fator limitante para a ocupação, sendo, dessa forma, importantíssima a preservação das encostas com classes de declive superiores a 45°, com o intuito de evitar danos relacionados a processos morfodinâmicos de grande energia. Vale lembrar que na vertente úmida da serra de Maranguape já ocorreu um evento catastrófico com perdas de vidas humanas em 1974, onde uma massa de solo e rocha escorregou, ceifando a vida de 14 pessoas e provocando perdas econômicas e naturais. Nessa vertente, o último deslizamento ocorreu em março de 2001.

A vegetação da zona de preservação ambiental é a responsável direta pela estabilização das encostas íngremes dos maciços residuais e das margens dos cursos fluviais, apesar de estar sendo constantemente diminuída pelos excessivos desmatamentos, associados aos processos inadequados de uso e ocupação do solo. Portanto, deve haver um incentivo ao reflorestamento com espécies nativas, sobretudo nas margens de rios, nas vertentes íngremes e nos topos dos relevos. Dessa forma, pode-se preservar o potencial hídrico das nascentes fluviais, além de se evitar os movimentos de massa (quedas blocos e deslizamentos translacionais) e atenuar o assoreamento dos rios e os efeitos das inundações urbanas.

O governo municipal de Maranguape, na tentativa de conter e minimizar os impactos provocados pela presença do homem no maciço, particularmente na vertente centro-oriental úmida, criou em 08 de junho de 1993 por meio da Lei nº 1.168, a Área de Proteção Ambiental (APA). Essa área compreende a região delimitada a partir da cota altimétrica de 100 (cem) metros até a linha da serra que faz limite com o município de Caucaia.

Infelizmente, não se têm constatado grandes avanços em termos de garantia de sustentabilidade nessa unidade de conservação. Isso se deve, sobretudo, a uma série de fatores de ordem jurídica, política e cultural que impossibilitam mudanças significativas nas formas de apropriação e ocupação do espaço. A prefeitura municipal e o governo do estado devem fazer com que a legislação existente seja aplicada, e que as instituições responsáveis fiscalizem a aplicação dessas leis. Sendo uma APA municipal, a Prefeitura de Maranguape juntamente com a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e o Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), deve realizar monitoramentos sistemáticos por toda

a área representativa da APA da serra de Maranguape no intuito de fiscalizar, de forma mais precisa, as construções e desmatamentos irregulares.

Uma forma viável para utilização da zona de preservação ambiental é o ecoturismo, o turismo de aventura e os esportes radicais. Algumas atividades como trilhas ecológicas, trilhas de bicicletas, motocross, arvorismo, alpinismo, voos de parapente e asa delta podem gerar consideráveis retornos financeiros para a população local, atraindo os amantes da natureza, da adrenalina e dos esportes radicais (Figuras 53 e 54).

Figura 52 – Paisagem do topo da serra de Maranguape-Ceará, com a presença da vegetação perenifolia tropical pluvionebular-mata úmida. Principal ponto turístico do maciço. Ao fundo, presença do maciço de Aratanha (vertente ocidental).



Foto: Cordeiro, novembro 2010.

Figura 53 – Elevada beleza cênica caracteriza o ambiente serrano do maciço de Maranguape, localizado no município de Maranguape-Ceará. As paisagens serranas e o clima ameno configuram-se como os principais atrativos turísticos.



Fotos: Cordeiro, novembro 2010.

Os aspectos relacionados à biodiversidade também têm atraído muitas pessoas para o relevo serrano, sobretudo pesquisadores e ambientalistas. Assim, os recursos naturais da serra de Maranguape são atrativos paisagísticos, o que se pode caracterizar como um ponto positivo no processo de preservação e conservação ambiental.

Desta feita, o manejo deve amparar a preservação do ambiente natural e motivar as atividades de educação ambiental, que devem ser permanentes, a fim de sensibilizar e conscientizar as comunidades em geral do papel da natureza na manutenção da qualidade de vida das sociedades humanas. Além disto, um plano de recuperação ambiental dos maciços e das planícies ribeirinhas traria benefícios econômicos e sociais à atividade turística do município de Maranguape.

6.3.2 Zona de uso sustentável

A zona de uso sustentável representa 30,26% (36,06km²) da área total da sub-bacia do rio Pirapora e foi delimitada em função da necessidade do restabelecimento das áreas já degradadas e daquelas em processo de degradação.

Essa zona compreende as porções mais rebaixadas dos maciços de Maranguape e Aratanha, respectivamente, com moderado e baixo nível de ocupação do solo, cujo relevo possui classes de declividades que variam entre 8° e 20°. Por esse motivo, são áreas enquadradas como medianamente frágeis e, com ecodinâmica de ambientes estáveis/transição, onde há relativo equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese.

Os riscos referem-se às ocupações indiscriminadas, extrativismo vegetal, expansão desordenada das atividades agrícolas em áreas de declive acentuado, incorporação de novas terras ao sistema produtivo e a consequente exposição dos solos aos fatores hidroclimáticos, provocando rupturas no equilíbrio ambiental dessas áreas.

A zona de uso sustentável corresponde às áreas cuja função principal é a de permitir a ocupação do território sob condições adequadas de manejo e utilização dos recursos naturais. Em geral, os recursos naturais enquadrados nessa zona estão alterados pelo processo de uso e ocupação do solo, apresentando níveis diferenciados de vulnerabilidade ambiental e de conservação.

O fato das condições ambientais da zona limitarem a sua ocupação e exploração, motiva uma menor pressão antrópica e pouca preocupação por parte dos órgãos governamentais (municipal e estadual) em levar melhorias para a área. Comprova-se claramente essa afirmativa quando se tem a oportunidade de visualizar as duas vertentes. Enquanto a vertente oriental da serra de Maranguape é dotada de relativa infraestrutura básica, a vertente ocidental da serra da Aratanha é totalmente desprovida desses serviços. Nessa última, as estradas são todas de piçarra e em alguns pontos são intransitáveis, e não existem projetos que possam promover um maior desenvolvimento da área.

O fato da zona de uso sustentável também ser legalmente protegida na forma de Unidade de Conservação de Uso Sustentável (APA da Serra de Maranguape e APA da Serra da Aratanha), não evita as preocupações relacionadas às formas de uso e ocupação dessas áreas. O processo de ocupação dessa zona intensificou-se principalmente nas últimas décadas do século XX e resultou em uma exploração desordenada de seus recursos naturais que provocaram, ao longo do tempo, visíveis alterações no espaço serrano, principalmente de Maranguape.

Dessa forma, recomenda-se, além do reflorestamento de áreas degradadas, a aplicação de programas de cultivos agroflorestais e de educação ambiental. Ou seja, programas que incentivem a produção combinada entre alimentos, frutos, forragem, lenha e matéria orgânica, e que viabilizem um convívio saudável e ecologicamente correto com a biodiversidade aí existente para dar continuidade ao equilíbrio dos ecossistemas componentes e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida das comunidades serranas e do seu entorno.

A parceria entre os órgãos públicos, comunidades serranas e proprietários de sítios, pousadas e balneários é importantíssima na redução e prevenção da degradação ambiental. No entanto, os proprietários e moradores das comunidades serranas afirmam que até o presente momento não foram procurados nem convocados para nenhuma explicação mais detalhada sobre o assunto por parte da Prefeitura de Maranguape ou por técnico da SEMACE, IBAMA ou da EMATERCE.

O engajamento desses agentes nos programas de controle, recuperação e monitoramento ambiental poderia fazer fluir um sentimento de responsabilidade pessoal pelo patrimônio natural existente nesta zona e gerar formas sustentáveis de exploração do espaço, substituindo antigas práticas e técnicas de cultivo - caracterizadas pelo baixo nível tecnológico e baixa produtividade, tais como: a bananicultura, desmatamento, queimadas e os cultivos de feijão e milho -, por uma recuperação urgente dessas áreas utilizando-se do cultivo agroflorestal, da educação ambiental e do ecoturismo, com vista à sustentabilidade ecológica, econômica, social e política.

Além dos problemas citados, constata-se que houve um significativo aumento do processo de favelização e de especulação imobiliária, induzindo à compra de terrenos e sítios para a construção de residências e casas de veraneio, caracterizando, desse modo, um crescimento dos impactos ambientais negativos. A instalação de clubes e pousadas também

alteram em parte a composição da paisagem natural e modificam o sistema de drenagem por meio da construção de pequenas barragens artificiais nas encostas do relevo.

Com relação à especulação imobiliária, recomenda-se que a prefeitura de Maranguape realize estudos delimitando áreas para futuras construções residenciais, além de aumentar a fiscalização na tentativa de evitar as construções nos locais proibidos por lei.

Como a zona se caracteriza pelo elevado potencial agrícola, recomenda-se a criação de cursos de capacitação para os agricultores locais, ministrados por técnicos ou agrônomos da EMATERCE, capazes de lecionarem numa linguagem acessível para que os agricultores possam por em prática as informações aprendidas.

Já os programas de educação ambiental a serem implantados, devem ser diversificados e trabalhados em diferentes interfaces com o turismo, agricultura, urbanismo, saúde, indústria e comércio. Sempre conferindo às ações educativas um grande vínculo com a realidade local, com os conhecimentos e as vivências e, quando possível, associando estas ações às possibilidades de mudanças nas condições econômicas de segmentos da população local.

Uma boa forma de utilização da zona de uso sustentável está relacionada à floricultura, atividade agrícola inserida na horticultura. Desde a última década do século XX, em função das melhores condições climáticas e de luminosidade da serra de Maranguape, a floricultura tem apresentado um crescimento bastante expressivo, contribuindo no desenvolvimento e diversificação da economia do município e na geração de emprego e renda (Figura 55).

Figura 54 - Sede da Floricultura Naturalis Tropicus, localizada no bairro Santa Fé, serra de Maranguape, Maranguape-Ceará.



Fotos: Cordeiro, setembro 2010.

Esta nova atividade agrícola, além de gerar uma gama de empregos diretos e indiretos em função da grande variedade de insumos, também tem atraído muitos visitantes

para a região. Em função da beleza do lugar e das flores, sugere-se a liberação da visitação das plantações para os turistas, o que poderá gerar uma renda a mais.

Outra forma de utilização sustentável para a zona é o estímulo da plantação de bananeiras nas áreas de baixa declividade, prevenindo assim, a ocorrência de processos erosivos relacionados a essa cultura. Também é muito importante que haja, por parte da prefeitura municipal de Maranguape, o estímulo à produção dos derivados da banana como doce e banana passas. Esse estímulo pode ser em forma de cursos de capacitação culinária ou até mesmo na divulgação dos produtos para a venda.

Portanto, dentre as propostas de manejo da zona de uso sustentável, o ecoturismo surge como a principal alternativa. Pois, trata-se de uma modalidade de turismo em que a maior atração é a própria natureza e que pode gerar mais lucro do que as atuais práticas agrícolas que existem nesta área, além da criação de empregos sem, contudo, degradar a natureza.

6.3.3 Zona de usos múltiplos

A zona de usos múltiplos corresponde a 49,85% (59,40km²) da área e ocorre indistintamente nos diferentes sistemas ambientais, com primazia nas áreas das depressões sertanejas e dos tabuleiros pré-litorâneos da sub-bacia do rio Pirapora, onde parte significativa dos componentes naturais primitivos foi sendo sistematicamente suprimida para dar lugar as atividades antrópicas.

A zona de usos múltiplos é representada por áreas que apresentam baixa declividade (0 a 8°), tratando-se de ambientes ecodinamicamente mais estáveis em função da dificuldade de ocorrência de processos erosivos significativos e, com vulnerabilidade ambiental baixa à ocupação, desde que respeitadas as formas de uso e ocupação do solo. A limitação é apresentada em função das características edafopedológicas e de disponibilidades hídricas.

Esta zona recebeu essa denominação por apresentar as maiores áreas destinadas às atividades agropecuárias e urbanas e, também, pelo menor potencial de risco à erosão. Logo, requerem medidas menos restritivas de controle ambiental para o desenvolvimento das atividades antrópicas atuais e futuras. Além de existirem menores restrições legais.

Nesta zona, a degradação ambiental é evidente e as funcionalidades ambientais foram quase totalmente eliminadas. Há predomínio de variadas tipologias de uso, incluindo áreas agrícolas, residenciais, comerciais e industriais. Porém, os sistemas ambientais dessa

zona não apresentam maiores problemas para instalação de grandes equipamentos agropecuários, industriais e de expansão das malhas viária e urbana, desde que observadas as adequadas condições de infraestrutura urbana e de saneamento básico.

Em síntese, são áreas destinadas predominantemente, à expansão urbana e industrial onde, na medida do possível, devem ser implementados programas de recuperação e recomposição dos componentes naturais, incluindo um plano de arborização urbana, com reintrodução de espécies nativas e/ou frutíferas nos espaços públicos e em áreas particulares, para assegurar uma melhor qualidade ambiental à população residente. Cabe ressaltar que a agricultura e a pecuária leiteira e de corte, nessa zona, ainda tem uma relevante importância econômica, social e cultural, não só para o município de Maranguape, como para todo o estado do Ceará.

Esta unidade se conforma como a área de ocupação mais densa do município, tendo a sua expansão urbana orientada de forma espontânea para porção sudeste dessa zona, onde há maior disponibilidade de terrenos.

Quanto à atividade industrial, que remonta aos anos 70 do século passado, e que foi responsável pela ocupação de quadras inteiras na porção leste da sede municipal, recomenda-se que haja um afastamento desse tipo de uso do centro da cidade, devido a incompatibilidade desta atividade com a sobrecarga demográfica e viária, e com os espaços cada vez mais reduzidos do centro do município (Figura 56).

Figura 55 – Empresas instaladas na sede do município de Maranguape. (01) PAEMA Embalagens do Ceará LTDA, indústria voltada para a produção e comercialização de papelão e caixas de embalagens, localizada no bairro Tangureira, Maranguape-CE. (02) FEMINIZE Lingerie S/A, empresa de moda íntima feminina, localizada no bairro Centro, Maranguape-Ceará.



Fotos: Cordeiro, agosto 2010.

Na sede do município de Maranguape, as áreas de baixo e de topografia acidentada correspondem à maioria dos grandes vazios urbanos observados, dada a

dificuldade de sua ocupação em função de estarem sujeitas, sobretudo no período de chuvas, a alagamentos.

Nessa zona os impactos ambientais verificados relacionam-se às atividades anteriormente mencionadas, sendo desencadeados, principalmente, pela acelerada e desordenada urbanização, destacando-se: supressão da cobertura vegetal, assoreamento dos cursos d'água, soterramento das áreas de inundação sazonal, ocupação das planícies fluviais, canalização e retificação dos riachos, contaminação e poluição dos recursos hídricos, redução da permeabilidade do solo e ainda problemas relacionados à acessibilidade/mobilidade da população.

Portanto, mediante o levantamento dos impactos ambientais verificados, recomenda-se à administração pública do município uma série de medidas voltadas para a gestão ambiental dessa zona, destacando-se as seguintes: i) planejar o desenvolvimento e o crescimento dos bairros da sede municipal e do distrito de Sapupara, visando a coexistência da expansão urbana com a conservação da qualidade dos recursos naturais dos ecossistemas do entorno; ii) promover um programa ambiental que permita o reflorestamento de áreas degradadas e a redução de fontes contaminantes; iii) monitorar e fiscalizar a emissão de resíduos sólidos e efluentes nos corpos hídricos; iv) cumprir e fiscalizar a legislação ambiental e urbana, que proíbe o desmatamento indiscriminado e a ocupação desordenada das planícies fluviais; v) potencializar a infraestrutura urbana de saneamento básico, sobretudo a coleta e tratamento dos esgotos sanitários; vi) promover campanhas para a eliminação ou redução dos lançamentos clandestinos de esgotos nas galerias de águas pluviais e diretamente nos cursos d'água; vii) revisar ou, se for o caso, implantar um novo plano diretor, que não seja alheio ao cotidiano da municipalidade; ix) combater o uso de agrotóxicos nas áreas agrícolas, evitando que os mesmos possam chegar aos rios através do escoamento superficial e subsuperficial contaminando o lençol freático; e x) incentivar manejos alternativos e saudáveis como a agricultura orgânica.

Recomenda-se, também que o poder público municipal de Maranguape cumpra, efetivamente, o seu poder de controle do uso e ocupação do solo urbano por meio dos instrumentos legais que dispõe, como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU, e fugir da atual situação a que, infelizmente, hoje sujeita-se: a da inobservância e desrespeito com este instrumento técnico e jurídico de gestão do espaço urbano.

Também, é preciso promover parcerias com SEMACE, CREA, EMATERCE e o IBAMA, no intuito de melhorar a fiscalização e o controle sobre as atividades antrópicas, para que minimizem ou eliminem conflitos entre as vocações destinadas para esta zona.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da pequena dimensão territorial, a sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora apresenta significativa diversidade de sistemas ambientais, o que lhe confere grandes potencialidades e limitações paisagísticas e disponibilidade de recursos naturais. Porém, o acelerado processo de ocupação e o uso indisciplinado dos recursos naturais durante as últimas quatro décadas (1970 a 2010), desencadearam uma série de transformações na área em estudo.

Os processos históricos, econômicos e políticos de ocupação, e usos dos recursos naturais, sem o conhecimento e observância de suas interações, vêm potencializando, tanto no espaço como no tempo, impactos ambientais negativos nos ambientes rurais e urbanos da sub-bacia do rio Pirapora. Essas alterações da qualidade ambiental, em muitos casos, atingiram estágios de irreversibilidade, com sérias consequências ambientais nos locais onde a vegetação primária foi totalmente suprimida e os cursos d'água retificados e canalizados para dar lugar à ocupação urbana.

Além disso, uma das questões cruciais da degradação ambiental, no ambiente da sub-bacia, é a ausência de sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos, comerciais e industriais na sede municipal de Maranguape e no distrito de Sapupara, onde as águas servidas são lançadas diretamente nos canais fluviais ou em fossas sépticas, sem qualquer tratamento para desinfecção ou descontaminação.

Já nos ambientes serranos, o fato que exige atenção especial é o desmatamento das áreas de encostas e os cortes de talús, realizados para o cultivo de bananeiras, construção de novas moradias ou estradas, deixando as encostas descobertas, favorecendo de forma considerável para o aumento do escoamento superficial das águas. Também ainda existem muitas propriedades com residências situadas em meio às zonas de quedas de blocos ou à jusante destas áreas de risco potencial. Além disso, as comunidades serranas estão situadas geralmente em áreas inadequadas, como áreas de convergência de fluxo, ou ainda sob declividades acentuadas. A maioria destas construções possui deficiências estruturais, sendo por isso mais um agravante para a situação de risco onde residem várias famílias.

Esse quadro de degradação vem sendo fortemente influenciado pela ausência de fiscalização eficiente, tanto que se verifica, ainda hoje, na sede do município, a construção de residências sobre os cursos d'água que foram canalizados e o soterramento de áreas de inundação para especulação imobiliária.

Embora a sub-bacia do rio Pirapora conte com um longo histórico de agressões que comprometeram sobremaneira os recursos naturais existentes e a qualidade de vida da população, a área em estudo ainda apresenta setores com boas condições de conservação dos recursos naturais, como nas áreas mais íngremes e de cimeira das serras de Maranguape e Aratanha. A manutenção desses ambientes ainda é possível, desde que sejam adotadas medidas conservacionistas, que além de auxiliarem a sustentabilidade ambiental, possam viabilizar o desenvolvimento de atividades socioeconômicas sustentáveis.

Dada a complexidade das questões socioambientais verificadas na sub-bacia do rio Pirapora, a análise das potencialidades e limitações dos sistemas ambientais, em face do desenvolvimento das atividades socioeconômicas, deve ser minuciosamente realizada, evitando-se consequências negativas para os sistemas naturais e para a qualidade de vida da população.

Acredita-se que o zoneamento ambiental proposto neste estudo, poderá ser um instrumento útil no disciplinamento do uso da terra. Esse instrumento poderá dar suporte ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental sustentado, melhorando a qualidade de vida da população e tornando a área da sub-bacia do rio Pirapora competitiva para atrair indústrias, impulsionar a agropecuária e incrementar o turismo local. Ou seja, o zoneamento servirá como subsídio para a elaboração de cenários ambientais, guiando o processo de tomada de decisão para os gestores públicos do município, no sentido de implementar um desenvolvimento de bases sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. In: **Geomorfologia**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia. (periódico) n. 20, v. 43, p. 1-37. 1974.

_____. Formas do Relevo. **Projeto brasileiro para o ensino de geografia**. São Paulo: Edart. 1975. 80p.

_____. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**. v. 3, n. 36, 1999. 59p.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

AIRES, R.; NASCIMENTO, F. R. Condições morfoestruturais das microbacias cearenses de Muquém, riacho das Pedras e Neblina. p. 271-284. In: **Cenários geográficos: reflexões e enfoques** (Org.). Fortaleza: Ed. UECE, 2009, 325p.

ALMEIDA, L. Q. **Análise geoambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Maracanaú, CE**. Fortaleza, UECE, 2005. 235p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, 2005.

_____. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Rio Claro, UEP, 2010. 278p. Tese de Doutorado (Instituto de Geociências e Ciências Exatas). Universidade Estadual Paulista, 2010.

ALLEBRANDT, S. L.; GRIEBELER, M. P. D.; SIEDENBERG, D. R.; HÖFFLER, C. E (Orgs.). **Planejamento estratégico local**. Rio Grande do Sul: Ed. Unijuí, 2009. 146p.

ARRUDA, L. V. **Serra de Maranguape-CE: Ecodinâmica da paisagem e implicações socioambientais**. Fortaleza, UFC, 2001. 162 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). PRODEMA. Universidade Federal do Ceará, 2001.

BASTOS, F. H. **Guaramiranga: Propostas de Zoneamento e Manejo Ambiental**. Fortaleza, UFC, 2005. 200p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). PRODEMA. Universidade Federal do Ceará, 2005.

_____. A utilização do geoprocessamento na análise ambiental de serras úmidas do Ceará: o caso do município de Guaramiranga. p. 205-219. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de**

Baturité: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

BASTOS, F. H.; SILVA, E. V. Estudos ambientais interdisciplinares e propostas de sustentabilidade para Guaramiranga. p. 111-126. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; GORAYEB, A. (Orgs.). **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas**. Fortaleza: Ed. UFC, 2011. 151p.

BERTALANFFY, L. v. **Teoria geral dos sistemas:** fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Rio de Janeiro, 2010. 360p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciência da Terra**, v. 13, p. 1-27. São Paulo, 1972.

_____. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. In: **RA'E GA:** o espaço geográfico em análise. Curitiba: Editora UFPR, departamento de geografia, n. 8, ano 8, p. 141 – 152, 2004.

BORGES-NOJOSA, D. M. B.; CARAMASCHI, U. Composição da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (*squamata*) dos brejos nordestinos. p. 463-512. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. 822p.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. p. 269-300. In: Guerra, A. J. T.; et al. **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e qualidade ambiental. p. 153-192. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 257p.

BRANDÃO, R. L. Sistemas de informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR: **Diagnostico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação da Região Metropolitana de Fortaleza:** CPRM, 1995. 45p.

_____. Sistemas de informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR: **Mapa geológico da Região Metropolitana de Fortaleza.** Texto Explicativo: CPRM, 1995. 34p.

BRASIL. **Presidência da República.** Casa Civil. Lei nº 6.983, de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011-DOU de 09/12/2011.

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e dá outras providências. Brasília, 1981.

_____. **Presidência da República**. Casa Civil. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. 14p.

_____. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). **Zoneamento da APA Carste de Lagoa Santa-MG**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. 62p.

_____. **Ministério do Meio Ambiente-MMA**. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil. Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília-DF, 2001.

_____. **Presidência da República**. Casa Civil. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002.

_____. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Manual Técnico de Uso da Terra. 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2006. 91p.

_____. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Textos de referência em planejamento territorial integrado. Secretaria de Gestão - Brasília, 2007. 90p.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Fortaleza: SIDRA, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 de outubro de 2012.

_____. **Código Florestal e Legislação Correlata**. 3. ed. v. 4. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2012. 213p.

_____. **Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS)**. Disponível em: <ftp://ftp.datasus.gov.br/caderno/geral/ce/CE_Maranguape_Geral.xl>. Acesso em 23 de setembro 2012.

_____. **Ministério do Meio Ambiente**. Invertebrados aquáticos: a situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil. p. 156-301. In: Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1. ed. v. 2. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Brasília, DF: MMA, 2008. 1420p. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade>>. Acesso em: 18 de janeiro 2013.

CAMPANILI, M.; PROCHONOW, M. (Orgs.). **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. 332p.

CARVALHO, S. M. A contribuição dos estudos em bacias hidrográficas para a abordagem ambiental na geografia. p. 201-218. In: MENDONÇA, F.; LÖWEN-SAHR, C. L.; SILVA, M. (Orgs.). **Espaço e tempo: complexidade e desafio do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: Ademadam, 2009, v. 1. 740p.

CAVALCANTE, I. N.; VIANA, N. O.; ARAÚJO NETO, J. N.; DIAS, F. W. C. Condições hidrogeológicas da região de Maranguape-Ceará, Brasil. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 23, p.18-31, 2010.

CAVALCANTI, A. P. B.; RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 222p.

CAVALCANTE, A. M. B.; OLIVEIRA, E. M.; SOBRINHO, M. S. p. 101-114. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental da APA da serra de Baturité**. Fortaleza, 1992. 136p.

_____. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental e plano de gestão da área de proteção ambiental (APA) da serra de Maranguape**. Fortaleza: SEMACE, 2002. 114p.

_____. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Zoneamento ambiental e plano de gestão da área de proteção ambiental (APA) da serra de Aratanha**. Fortaleza: SEMACE, 2002. 109p.

_____. Secretaria das Cidades. **Estudos de impactos ambientais e relatório de impactos sobre o meio ambiente na região dos rios maranguapinho e cocó para o PROMUB-Maranguapinho**. v. 3. Fortaleza: EIA/RIMA da Barragem Maracanaú, 2008. 387p.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso, manejo e planejamento**. Fortaleza, 2010. v.1. 267p.

_____. **Séries Históricas**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUCEME). Disponível em: <<http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas>>. Acesso em 28 de março de 2012.

_____. **Perfil Básico Municipal**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico/pbm-2010/>. Acesso em 18 de setembro de 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec – Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 106p.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980. 185p.

_____. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: FIBGE, v.52, n. 2, p. 21-33, abr-jun., 1990.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1999. 256p.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. p. 93-148. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 474p.

CORDEIRO, A. M. N. **Diagnóstico geoambiental da APA da Serra de Maranguape (Maranguape-Ce) como subsídio a elaboração de um plano de educação ambiental**. Fortaleza, UECE, 2012. 73p. Monografia (Especialização) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Curso de Especialização em Geografia: Educação Ambiental. Fortaleza, 2012.

CUNHA, C. M. L. & MENDES. I. A. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, nº 3, 111-120, jan-jun, 2005.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. p. 219-238. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 4. ed. Rio de Janeiro, Bertrand, Brasil, 2007. 248p.

CRUZ, O. A geografia física, o geossistema, a paisagem e os estudos dos processos geomórficos. Simpósio de geografia física aplicada. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 15, nº 29-30, p. 53-62. Rio Claro, São Paulo, 1985.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa estadual de manejo de sub-bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: EMATER, 1994. 24p.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998. 340p.

FERNANDES, A. G.; SILVA, E. V.; PEREIRA, R. C. M. Fitogeografia do maciço de Baturité: uma visão sistêmica e ecológica. p. 85-97. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de texto, 2008. 318p.

FREITAS FILHO, M. R.; SILVA, E. V. Retrospectiva e evolução da paisagem na APA da serra de Baturité com auxílio de geotecnologia. p. 185-203. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

FUNCEME. **Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. BNB/FUCEME. Fortaleza. 2005. 107p.

GORAYEB, A. **Análise integrada da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté – Amazônia Oriental** – Brasil. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2008. 206p.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 388p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 190p.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. p. 181-227. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 390p.

GRANGEIRO, C. M. M.; OLIVEIRA, V. P. V.; SOUZA, M. J. N. Análise geoambiental. p. 23-89. In: ELIAS, D. (Org.). **O novo espaço da produção globalizada**. Fortaleza: FUNECE, 2002. 366p.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS-IPT. **Estudo preventivo e corretivo dos movimentos coletivos de solo e rochas na serra de Maranguape**: Relatório Técnico - Fase de Diagnóstico. São Paulo. v. 1, n.1, 1975.

LEAL, A. C.; RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. p. 29-47. In: MEIRELES, A. J. A.; RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149p.

LIMA, D. C. **Aspectos sistemáticos, zoogeográficos e ecológicos da herpetofauna da Serra de Maranguape, Estado do Ceará**. Fortaleza, UFC, 1999, 56 pp. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará, 1999.

LIMA, D. C. **A Bananicultura na Área de Proteção Ambiental da Serra de Maranguape-CE e suas Implicações no Ambiente Físico, Humano e na Biodiversidade**. Fortaleza, UFC, 2005. 107p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). PRODEMA. Universidade Federal do Ceará, 2005.

LOUREIRO, C. F. **Trajetórias e fundamentos da educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009. 150p.

MAGALHÃES, A. P. J. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688p.

MARIANI, M. A. P.; ARRUDA, D. O. Território, territorialidade e desenvolvimento local: um estudo de caso dos empreendimentos econômicos solidários de Corumbá/MS. In: **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 48°. 2010, Campo Grande. Anais: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/MS, Brasil, 2010. p. 1-18.

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. p. 23-45. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 474p.

MEDEIROS, M. F.; SOUZA, J. F.; ARAÚJO, C. C.; ANDRADE, F. T. B. **Diagnóstico geoeconômico de Maranguape-CE**: Programa de Gestão e Administração Territorial-GATE. Fortaleza: CPRM, 1995. 28p.

MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997. 108p.

MEIRELES, A. J. A. As unidades morfoestruturais do Ceará. p. 141-168. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, W. C. (Orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480p.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente**. 8. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2010. 80p.

MORAIS NOVO, E. M. de. Ambientes Fluviais. p. 219-246. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 318p.

MOREIRA, A. A. N. Relevô. p. 1-45. In: **Geografia do Brasil**: Região Nordeste. v. 2. Rio de Janeiro: Editora FIBGE, 1977.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 352p.

MOURA, J. R. S. Geomorfologia do Quaternário. p. 335-364. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 474p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 480p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. p. 59-119. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 396p.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. p. 189-210. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, W. C. (Orgs.). **Ceará**: um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480p.

PEREIRA, R. C. M.; RABELO, F. D. B.; SILVA, E. V. Aspectos pedológicos e suas relações com processos morfodinâmicos na serra de Baturité. p. 77-84. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité**: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

PINESE, J. P. P.; ARAUJO, P. R. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas: aplicação de uma matriz de impacto ambiental na microbacia hidrográfica do ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina-PR. In: GEOGRAFIA FÍSICA: NOVOS PARADIGMAS E POLÍTICAS AMBIENTAIS, 2006, Marainga. **Anais do IV Seminário Latinoamericano de geografia física**. Paraná: UEM, 2006.

PINHEIRO, L. S.; PAULA, D. P.; MORAIS, J. O. Dinâmica ambiental do estuário do rio Jaguaribe: impactos nos processos termohalinos a partir da construção de barragens. p. 99-112. In: PINHEIRO, D. R. C. (Org.). **Desenvolvimento sustentável**: desafios e discussões. Fortaleza: ABC Editora, 2006. 386p.

PIRES NETO, A. Planejamento territorial a abordagem geológico-geotécnica e o conceito de terreno ou abordagem de paisagem. **Revista do departamento de geografia - USP**, v.8, p. 51-62. São Paulo, 1994. 126p.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. p. 17-35. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Bahia: Editus, 2009. 293p.

PRADO, F. M. V. **Levantamento preliminar da mastofauna da serra de Maranguape, Estado do Ceará**. Fortaleza. UFC, 2004. 52 pp. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Departamento de Biologia. Universidade Federal do Ceará, 2004.

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

ROLIM, G.S; SENTELHAS, P.C; BARBIERI, V. Planilha no ambiente Excel TM para cálculo de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROSS, J. L. S (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora USP, 2003. 541p.

_____. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. Oficina de Textos. São Paulo, 2009. 208p.

_____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2010. 85p.

SACHS, I. Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond Universitária - SEBRAE, 2004. 151p.

SCHNEIDER, S. Território e abordagem territorial: das referências cognitivas aos aportes aplicados à análise dos processos sociais rurais. **Revista Raízes**, Campina Grande, v. 23, nº01, p. 99-116, jan/dez 2004.

SALES, V. C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP-Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 16, p.125-141, 2004.

SALES, M. C. L.; ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e a hidrografia do maciço de Baturité. p. 61-75. In: In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Texto, 2008. 495p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 260p.

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

SANTOS, J. O. **Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do rio Cocó - Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará**. Fortaleza, UECE, 2006. 212p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, 2006.

SAQUET, M. A. O território: diferentes interpretações na literatura italiana. In: RIBAS, A. D.; SPOSITO, E. S.; SAQUET, M. A. **Território e desenvolvimento: diferentes abordagens**. Francisco Beltrão: Unioeste, 2004. p.121-147.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo dos geossistemas: métodos em questão**. nº 16. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1977. 01-56p.

SOUZA, M. J. N. O campo de ação da geografia física. **Boletim de Geografia Teórica**, 1985, nº 15. p. 32 – 40.

_____. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. **Revista de geologia**, v. 1, n. 1, p. 73-91, 1988.

_____. Nordeste do Brasil: diagnóstico, cenários e projeções para os anos 2000 e 2020. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília, 1995. P. 61-118.

_____. O litoral leste do estado do Ceará. p. 11-24. In: AMORA, Z. B. (Org.). **O Ceará: enfoques geográficos**. Fortaleza: FUCEME, 1999. 143p.

_____. **Zoneamento ambiental e plano de gestão da APA da serra de Maranguape**. Fortaleza: SEMACE, 1999. 109p.

_____. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. p. 06-104. In: LIMA, L. C.(Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p.

_____. Compartimentação geoambiental do Ceará. p. 127-140. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, W. C. (Orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480p.

_____. **Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza**: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor. 1. ed. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172p.

_____. **Análise ambiental e ecodinâmica das paisagens no semiárido**. Apostila da disciplina Geografia física e Meio Ambiente do Semiárido Brasileiro. Universidade Estadual do Ceará/UECE – Mestrado em Geografia. Fortaleza, 2011.

_____, M. J. N. Contexto ambiental do enclave úmido da serra de Baturité-Ceará. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité**: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.

SOUZA, M. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E.; CORRÊIA, R. L. (Orgs.). **Geografia**: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 77-116.

SOUZA, M. J. N.; SANTOS, J. O. Impactos ambientais e riscos de ocupação na bacia hidrográfica do rio Cocó-Ceará. p. 87-115. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; GORAYEB, A. (Orgs.). **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas**. Fortaleza: Ed. UFC, 2011. 149p.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 145p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREM, 1977. 91p.

TROPMAIR, H. Ecossistemas e Geossistemas do estado de São Paulo. **Biogeografia**, São Paulo, nº 8, pp. 1-10, 1981.

_____. Geografia física ou geografia ambiental? Modelos de geografia integrada. Simpósio de Geografia Física Aplicada. **Boletim de Geografia Teórica**. v. 15, nº 29-30, p. 63-69. Rio Claro, São Paulo, 1985.

VALVERDE, R. R. H. F. **Transformação no conceito de território**: competição e mobilidade na cidade. GEOUSP-Espaço e Tempo, São Paulo, n.15, p. 119-126, 2004.

VEADO, R. W. ad-Vincula. **O geossistema**: embasamento teórico e metodológico. Rio Claro, 1995. 71p. Exame de qualificação (Doutorado em Geografia da UNESP). 1995.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexos sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280p.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. p. 169-188 .
In: BORZACCHIELLO DA SILVA, J., CAVALCANTE, T. C., DANTAS, E. W. C.(Orgs.).
Ceará: um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.

ZMITROWICZ, W. **Planejamento territorial urbano**. Escola Politécnica da USP.
Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2002. 24p.